

Вишња Јовановић • Тијана Маринковић

ФИЗИКА 6

Уџбеник са збирком задатака и лабораторијским
вежбама за шести разред основне школе

ФИЗИКА 6

Уџбеника са збирком задатака и лабораторијским вежбама
за шести разред основне школе



Аутори	Вишња Јовановић, професорка физике у Математичкој Гимназији, Београд др Тијана Маринковић, професорка физике у Шестој београдској гимназији, Београд
Рецензенти	Проф. др Божидар Николић, Физички факултет, Универзитет у Београду Проф. др Владимир Марковић, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу Младен Шљивовић, наставник физике у Гимназији Зајечар и руководиоца Сектора за програм и продукцију у Центру за промоцију науке
Главни уредник	Крста Поповски
Илустрације	Горан Витановић
Фотографије	Shutterstock
Лектура и коректура	Страхиња Степанов
Ликовни уредник	Слађана Николић
Дизајн и прелом	Срђан Попов



Издавач	Архикњига д. о. о. Љубостињска 2, Београд
За издавача	Оливер Кавчић
Штампа	Штампарија Дунав. д. о. о., Земун
Тираж	20.000

ISBN 978-86-6130-092-9

Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије одобрило је овај
уџбеник за употребу у школама решењем број:
650-02-00145/2025-07 од 19. 01. 2026. године.

ДРАГИ УЧЕНИЦИ,

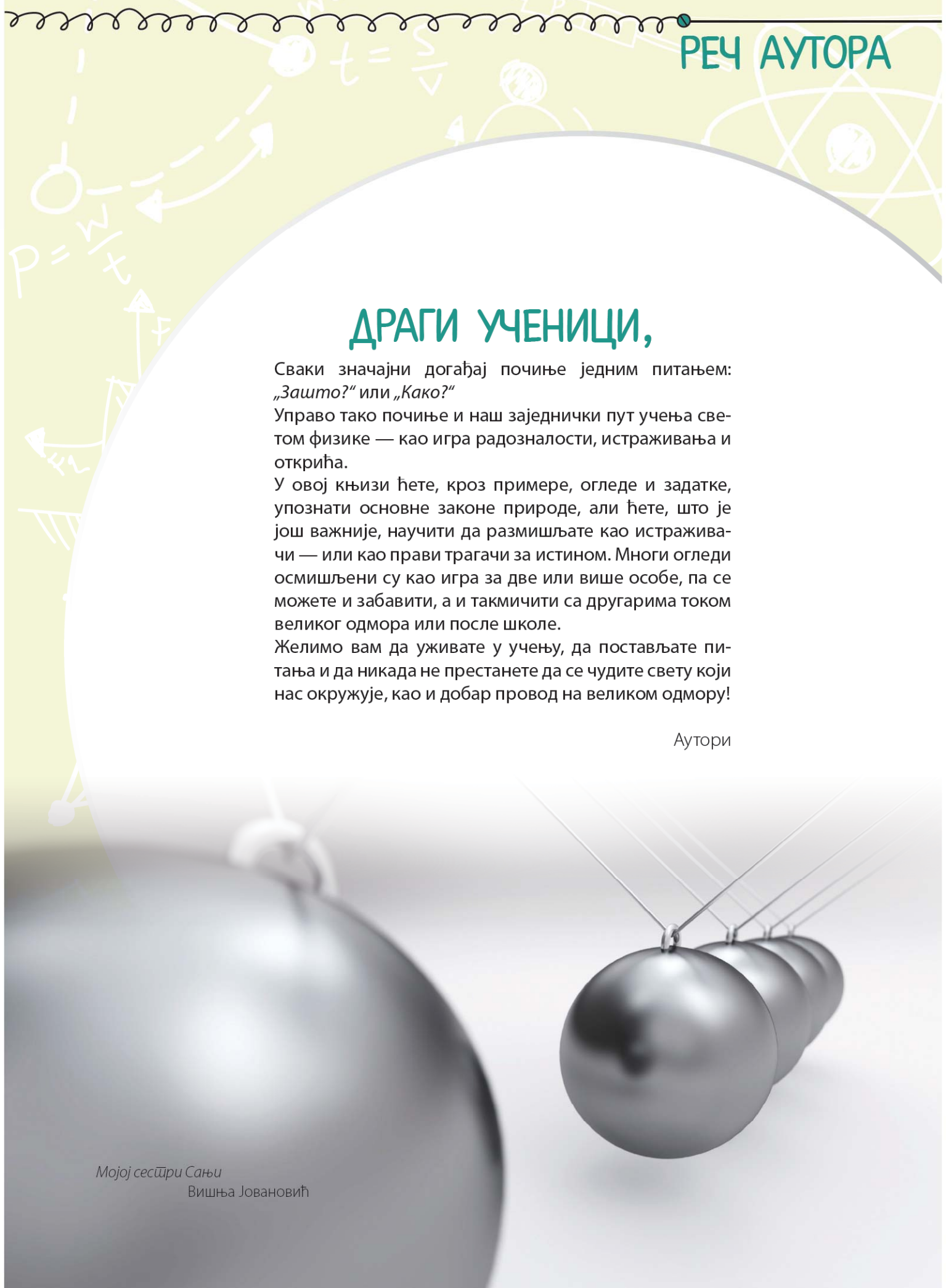
Сваки значајни догађај почиње једним питањем: „Зашто?“ или „Како?“

Управо тако почиње и наш заједнички пут учења светом физике — као игра радозналости, истраживања и открића.

У овој књизи ћете, кроз примере, огледе и задатке, упознати основне законе природе, али ћете, што је још важније, научити да размишљате као истраживачи — или као прави трагачи за истином. Многи огледи осмишљени су као игра за две или више особе, па се можете и забавити, а и такмичити са другарима током великог одмора или после школе.

Желимо вам да уживате у учењу, да постављате питања и да никада не престанете да се чудите свету који нас окружује, као и добар провод на великом одмору!

Аутори



Задатак – решен пример задатка са применом обрађеног градива

Питања – провери познавање градива лекције одговарањем на питања

5.7.1. Израчунајте густину тела које убацено у течност. Пре убацавања мензура показује 300 cm³, а после убацавања тела 500 cm³. Израчунajte густину тела неправилног облика, маса

Поставка задатка:

- запремина воде пре убацавања тела $V_1 = 300 \text{ cm}^3$
- запремина воде после убацавања тела $V_2 = 500 \text{ cm}^3$
- маса тела је $m = 540 \text{ g}$

Тражи се: Густину материјала од којег је направљено тело.

Решање: Запремина истиснута воде због убацавања чврстог тела у воду се рачуна према формули $V = V_2 - V_1$.

Где је V_1 запремина воде пре убацавања тела, а V_2 запремина воде после убацавања тела. $V = 200 \text{ cm}^3$.

Густину тела рачунамо преко формуле $\rho = \frac{m}{V} = \frac{540 \text{ g}}{200 \text{ cm}^3} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

ОПРЕДА

5.7.1. Мерење запремина тела помоћу мензуре.

Два ученика узму тела правилног облика, нпр. две коцке истих запремина. Један ученик убади коцку у мензур, и на претходно означен начин израчуна њену запремину. Други ученик измери димензије коцке и правој формули израчуна њену запремину. Ученици упореде запремине.

Да ли су запремине мерење на два начина приближно исте?

- Зашто запремину тела неправилног облика не можемо да одредимо на исти начин као запремину тела правилног облика?
- На који начин меримо запремину тела неправилног облика?
- Како на мензуром очитавамо запремину течности пре и после убацавања чврстог тела?
- Шта још треба измјерити, поред запремине тела неправилног облика, да бисмо одредили његову густину?
- Да ли метод мерења запремине тела помоћу мензуре можемо да применимо и на мерење запремине тела правилног облика? Да ли се тако измерена запремина тела правилног облика разликује од оне добијене мерењем димензија тела и коришћењем формуле за рачунање запремине?

Подсећање – подсећање на раније стечана знања потребна у овој лекцији

5.8. ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ТЕЧНОСТИ

ПОДСЕЋАЊЕ

Густина тела је количник масе и запремине тела: $\rho = \frac{m}{V}$. Да бисмо одредили густину тела ρ , потребно је измјерити његову масу m и запремину V .

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ТЕЧНОСТИ

Да бисмо одредили густину тела, потребно је да одредимо његову масу и запремину. Већ смо видели да масу тела меримо вагом. За мерење и масе и запремине течности користимо мензуром.

Мерење масе течности је индиректно мерење и врши се тако што прво измеримо масу празне мензуре m_1 , а потом масу мензуре са течношћу у којој је m_2 . Масу саме течности добијамо као разлику две измерене масе $m = m_2 - m_1$.

ОПРЕДА

Уместо да меримо празну мензуром, можемо да подесимо равнотежу ваге када је мензуром на ваги (нпр. у случају дигиталне ваге то значи да ставимо вагу на тас, па тек онда притиснемо дугме које показује вредност масе). Тада ће вага са празном мензуром показивати вредност од 0 g, јер смо масу празне мензуре придружиле маси таса. Кажемо да смо **калибрисали** вагу. Ако после на вагу ставимо мензуром са течношћу, вага ће показивати вредност масе течности, то јест нећемо морати да одузимамо вредности масе мензуре са течношћу и масе празне мензуре.

ОПРЕДА

Слика 5.8.1. Одредивање масе течности.

Слика 5.8.2. Одредивање масе течности. Подешавање ваге тако да маса празне мензуре са тасом показује 0 g.

Кључни појмови – најважнији појмови које ћеш упознати у овој лекцији

Дефиниција – формуле и објашњења нових физичких појмова посебно су истакнути

Сазнај више – додатне чињенице и занимљивости које продубљују твоја знања

Демонстрирање привлачног и одбојног дејства наелектрисаних тела

Са лезијом и вуноном тканином

Слика 2.3.3. Тела која су различито наелектрисана привлаче се, а исто наелектрисана одбијају се.

Пластичну лезију потрљамо вуноном тканином и ставимо га на врх стапљеног или пластичног стапца, као на слици (може и кинеска уметна стапка). Приближимо вунону тканину лезију и примећујемо како се лезија помера на ниво слика 2.3.3.а. У овом случају кажемо да је узајамно деловање привлачно, слично применимо различитој поклапа магнета.

Затим и другу лезију потрљамо истом тканином и приближимо лезију на стапцу. Овај пут, лезија на стапцу се удаљава од наелектрисаног лезија. Сада је узајамно деловање одбојно, слично одбијању истих половица магнета.

У електричним интеракцијама, тела која учествују у њима ће се привлачити ако су наелектрисана различито, а одбијаће се ако су наелектрисана истом врстом наелектрисања. У природи постоје две врсте наелектрисања: **позитивно** и **негативно**. У нашем општем случају са трећим наелектрисањем негативно, а вунона тканина позитивно.

ОПРЕДА

С салетом

Слика 2.3.3.1. Прикључи косу бајонетну оштрицу и протрљајте је вуном. Бајонетна оштрица ће се привлачити и биће привучена на вагу. Ако оди уметно још једна бајонетна оштрица, протрљајте косу бајонетну оштрицу вуном, бајонетна ће се одбијати.

С фолијом и вагом

Слика 2.3.3.2. А) Пластику фолију ставимо на сто и потрљамо вуноном тканином. Б) Залепимо фолију стапцу. Слика 2.3.3.3. А) Пластику фолију ставимо на сто и потрљамо вуноном тканином. Б) Залепимо фолију стапцу. Слика 2.3.3.4. Пластику фолију ставимо на сто и потрљамо вуноном тканином. Б) Залепимо фолију стапцу.

Оглед – извођење огледа помоћи ће ти да разумеш обрађене појмове

ОДБИЈАЊЕ

одбијање одбијање привлачење нема интеракције

Слика 2.3.2. Тела наелектрисана истом врстом наелектрисања се одбијају. Различно наелектрисана се привлаче, а исто наелектрисана се одбијају. Електронизирањем тела нема електронске интеракције.

НАЕЛЕКТРИСАН

Наелектрисаност је физичка особина тела која се испољава када у њима долази до једне врсте наелектрисања: позитивно или негативно.

Електрична интеракција је узајамно деловање међу наелектрисаним телима.

Електрично поље је невидљива област око наелектрисаних тела преко које она узајамно дејствују. Оно је преносилац узајамног деловања међу наелектрисаним телима.

ОДБИЈАЊЕ ВИДЕ

Објашњење за наелектрисаност физичких тела лежи у самој материјалу од којих су направљена. Они су сачињени од малих градивних јединица: атома. У сваком атому налазе се позитивно - протони и негативно наелектрисане честице - електрони. Када је број протона и електрона у атому једнак, тело је електронски неутрално. Ако је већи број протона од електрона - тело је позитивно наелектрисано, а ако је већи број електрона од протона - негативно наелектрисано.

ЕЛЕКТРОНЕУТРАЛНИ СИСТЕМ

већи број протона већи број електрона

Слика 2.3.2.1. Објашњење за наелектрисаност тела.

ДЕТАЉНИЈЕ ОБЈАШЊЕЊЕ ОГЛЕДА СА ЛЕЗИЈОМ И ВУНОМ ТКАНИНОМ

Вунона тканина

позитивно наелектрисана

негативно наелектрисана

Слика 2.3.3.3. А) Прикључи косу бајонетну оштрицу и протрљајте је вуном. Бајонетна оштрица ће се привлачити и биће привучена на вагу. Ако оди уметно још једна бајонетна оштрица, протрљајте косу бајонетну оштрицу вуном, бајонетна ће се одбијати.

Сажетак – списак објашњења свих нових појмова у поглављу

САЖЕТАК

- **Природа** је нови и неки свет који нас окружује.
- **Правилности** су начини на које се догађаји редовно мењају у времену.
- **Физика** је природна наука која проучава појаве у природи, начини на које се одвијају и законе којима се појављују.
- **Неке од физичких појава** су: механичке, електромагнетне, топлотне, звучне, оптичке, атомске и нуклеарне.
- Сваки научни метод почиње са добрим **истраживачким питањем**. Кораци у научној методи су: непосредно посматрање, хипотеза или претпоставка, експеримент и резултат.
- **Хипотезе** су научне претпоставке. Њима покушавамо да непосредна посматрања учинимо разумљивим. Хипотезе морају бити потврђиве експериментима.
- **Експеримент** је низ понављаних и контролираних поступака којима се одређена физичка појава изводи у контролисаним условима, као што је у лабораторији.
- **Физичка тела** су предмети или жива бића која учествују у физичким појавама. Грађена су од супстанција.
- **Физичко поље** је невидљива област која постоји око физичког тела, а преко које делује на нево друго тело.
- Заједно, супстанција и физичко поље чине **материју**, грађу природе.
- **Физичке величине** нам служе у физици за бројно описивање особина физичких тела.
- **Мерна јединица** је величина која је унапред одређена договором. Све физичке величине изражавамо преко ње.
- **Мерења** је важан део сваког експеримента. То је поступак којим одређујемо непознату бројну вредност неке физичке величине тако што је упоређујемо са мерном јединицом.
- **Физички закон** је правило које описује како се нешто дешава у природи. Може бити исказан речима или приказан формулом.

Напомена: Физика је наука која проучава појаве у природи, начини на које се одвијају и законе којима се појављују.

Методологија: Физика је наука која проучава појаве у природи, начини на које се одвијају и законе којима се појављују.

Физичка тела: Физичка тела су предмети или жива бића која учествују у физичким појавама. Грађена су од супстанција.

Физичко поље: Физичко поље је невидљива област која постоји око физичког тела, а преко које делује на нево друго тело.

Материја: Материја је скуп свих физичких појава. Она се састоји од супстанција и физичких поља.

Физичке величине: Физичке величине су величине које описују особине физичких тела. Њих меримо мерним јединицама.

Мерна јединица: Мерна јединица је величина која је унапред одређена договором. Све физичке величине изражавамо преко ње.

Мерења: Мерења је важан део сваког експеримента. То је поступак којим одређујемо непознату бројну вредност неке физичке величине тако што је упоређујемо са мерном јединицом.

Физички закон: Физички закон је правило које описује како се нешто дешава у природи. Може бити исказан речима или приказан формулом.

Провери знање – скуп кратких питања о основним појмовима изложеним у лекцији

ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

- Шта проучава физика?
 - биљке
 - асторифу цивилизације
 - физичке појаве
 - моралне вредности
 - математичке ставове
- Која од наведених су физичке појаве?
 - гледање телевизије
 - рок концерт
 - омењивање дана и ноћи
 - гурање колица са бебом
 - шутрање поште
- Које од физичких појава на слици нису механичке појаве?
 - спуст скијања
 - деформисање опруге
 - лет балона
 - земља привлачи јабуку
 - гурање колица
 - балон привлачи папир
 - магнет привлачи гвоздени
 - луга
 - лет авиона

ОСНОВНЕ ФОРМУЛЕ

МАСА, ТЕЖИНА, ЗАПРЕМИНА, ГУСТИНА	ФОРМУЛА
Тежина тела	$Q = m \cdot g$
Густина тела	$\rho = \frac{m}{V}$
Средња густина тела	$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}$
Запремина квадра	$V = a \cdot b \cdot c$
Запремина коцке	$V = a^3$
Тежина тела изражена преко густине и запремине	$Q = m \cdot g$ $m = \rho \cdot V$ $Q = \rho \cdot V \cdot g$

ЗАДАЦИ

• **МАСА И ТЕЖИНА ТЕЛА**

- Колена је тежина човека који стоји на хоризонталној подлози на Марсу ако је маса човека $m = 70 \text{ kg}$, а гравитационог поља Марса $g = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$?

Физичка појава: маса и тежина

• **Поставка задатка:**

Маса човека $m = 70 \text{ kg}$

Јачина гравитационог поља $G = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Тражи се: тежина тела на Марсу, $Q = ?$

Решавање: Тежина је сила која делује на тело због гравитације. Израчунајмо је преко формуле $Q = m \cdot g$.

$Q = 70 \text{ kg} \cdot 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 263,9 \text{ N}$

Одговор: Тежина човека на Марсу је $263,9 \text{ N}$.

2. Колена би била разлика Машине тежине када би се она налазила на Марсу и када би се налазила на Меркуру? Јачина гравитационог поља Марса је $G_1 = 3,59 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, а јачина гравитационог поља Меркура је $G_2 = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Машина маса је 45 kg .

Физичка појава: маса и тежина

• **Поставка задатка:**

Машина маса $m = 45 \text{ kg}$

Јачина гравитационог поља Марса $G_1 = 3,59 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Јачина гравитационог поља Меркура $G_2 = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Тражи се: Разлика тежине Машине на Марсу и на Меркуру $Q_1 - Q_2$

Решавање: Израчунајмо тежину Машине на Марсу и на Меркуру преко формуле $Q = m \cdot g$.

На Марсу: $Q_1 = 45 \text{ kg} \cdot 3,59 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 161,55 \text{ N}$

На Меркуру: $Q_2 = 45 \text{ kg} \cdot 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 169,65 \text{ N}$

Разлика: $Q_2 - Q_1 = 169,65 \text{ N} - 161,55 \text{ N} = 8,1 \text{ N}$

Одговор: Разлика тежине Машине на Марсу и на Меркуру је $8,1 \text{ N}$.

Задаци – скуп питања и задатака који би требало да допринесу бољем разумевању и прихватању пређеног градива

МЕРЕЊЕ ЗАПРЕМИНЕ Чврстих ТЕЛА НЕПРАВИЛНОГ ОБЛИКА ПОМОЋУ МЕНЗУРЕ

ТЕОРИЈСКИ УВОД: У лекцији 5.7, смо научили да запремину тела неправилног облика меримо помоћу мензуре, тако што очитавмо ниво течности у мензури пре и после убацивања тела. Разлику очитаних запремина представља запремину неправилног тела.

ИЗМЕРИТИ ЗАПРЕМИНУ ТЕЛА НЕПРАВИЛНОГ ОБЛИКА НАПРАВЉЕНОГ ОД ПЛАСТИКА

ПОТРЕБНИ ТИПОВИ:

- Мензура са водом
- Тело (по могућству од пластичног чађу) запремину меримо

ПОСТУПЦИ:

- У мензуру ставити воду и измерити њену запремину (V_1) очитавањем подскока на мензури
- Убацити тело у мензуру и поново очитати запремину (V_2)
- Израчунајти запремину тела преко формуле $V = V_2 - V_1$
- Мерења поновити пет пута
- Израчунајти средњу вредност мерења
- Израчунајти одступања сваког мерења од средње вредности
- Израчунајти апсолутну грешку мерења и заокружити је по правилима заокруживања апсолутне грешке
- Заокружити средњу вредност на исти број децимала који има апсолутна грешка
- Представити резултат мерења у облику $V = (V_s \pm \Delta V) \text{ cm}^3$
- Израчунајти релативну грешку мерења
- Попунити табелу

РЕЗУЛТАТИ:

Број мерења	Запремина течности пре убацивања тела, V_1 (cm ³)	Запремина течности после убацивања тела, V_2 (cm ³)	Запремина тела, $V = V_2 - V_1$ (cm ³)	Средња вредност од средње вредности, $\bar{V}$ (cm ³)	Апсолутна грешка мерења, ΔV (cm ³)	Заокружена апсолутна грешка мерења, ΔV (cm ³)	Релативна грешка мерења, $\frac{\Delta V}{\bar{V}}$ (%)
1							
2							
3							
4							
5							

$V = (\bar{V} \pm \Delta V) \text{ cm}^3$

• Од тела неправилног облика направљеног од пластике, направити квадир. Израчунајте његову запремину преко формуле. Упоредите овако израчунату запремину са запремином добијеном мерењем помоћу мензуре.

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ТЕЛА НЕПРАВИЛНОГ ОБЛИКА

ТЕОРИЈСКИ УВОД: У лекцији 5.7, смо научили да густину тела неправилног облика одређујемо мерењем његове масе и густине. Мерење густине тела неправилног облика је детаљно описано у лабораторијској вежби 2. У овој вежби, додатно, треба да измеримо и масу у тела. Мерења масе тела смо описали у лекцији 5.3. Густину тела рачунамо помоћу формуле $\rho = \frac{m}{V}$.

ИЗМЕРИТИ ГУСТИНУ ТЕЛА НЕПРАВИЛНОГ ОБЛИКА



ПОТРЕБНИ ТИПОВИ:

- Аналитичка вага са комплетом тегова или дигитална вага
- Тело неправилног облика
- Мензура

ПОСТУПЦИ:

- Измерити масу тела аналитичком или дигиталном вагом
- У мензуру ставити воду и измерити њену запремину (V_1) очитавањем подскока на мензури
- Убацити тело у мензуру и поново очитати запремину (V_2)
- Израчунајти запремину тела преко формуле $V = V_2 - V_1$
- Мерења поновити пет пута
- Израчунајте средње вредности мерења
- Израчунајте густину тела преко формуле $\rho = \frac{m}{V}$
- Попунити табелу

Број мерења	Маса тела, m (kg)	Запремина течности пре убацивања тела, V_1 (cm ³)	Запремина течности после убацивања тела, V_2 (cm ³)	Запремина тела, $V = V_2 - V_1$ (cm ³)	Средња вредност од средње вредности, $\bar{V}$ (cm ³)	Апсолутна грешка мерења, ΔV (cm ³)	Густина тела, $\rho = \frac{m}{\bar{V}}$ (kg/cm ³)
1							
2							
3							
4							
5							

• Поновити вежбу тако што помоћу мензуре меримо запремину тела правилног облика. Израчунајте густину тела и преко формуле, мерењем његове димензије. Упоредите резултате. Дискусирајте.

Лабораторијске вежбе – извођење лабораторијских вежби чија је сврха развијање знања о физичким законима и принципима

САДРЖАЈ

1. ФИЗИКА КАО ПРИРОДНА НАУКА	7
1.1. Физика као природна наука	8
1.2. Како физика изучава природу	15
1.3. Физичке величине, мерне јединице и физички закони.....	19
Сажетак	24
Провери знање.....	25
2. КРЕТАЊЕ.....	29
2.1. Механичко кретање. Релативност кретања	30
2.2. Време, пут, путања. Подела кретања према облику путање.	34
2.3. Брзина као физичка величина којом се описује кретање.....	39
2.4. Правац и смер кретања. Брзина као векторска величина. Тренутна брзина	44
2.5. Подела кретања према брзини	48
2.6. Подређивање пређеног пута и времена при равномерно праволинијском кретању	54
2.7. Средња брзина и променљиво кретање	58
Сажетак	61
Провери знање.....	63
Задаци.....	68
3. СИЛА.....	75
3.1. Узајамно деловање два тела	76
3.2. Отпор кретању услед непосредне интеракције два тела	80
3.3. Интеракција међу телима која нису у непосредном додиру	84
3.4. Сила као мера интеракције међу телима	92
3.5. Гравитациона сила и тежина тела.....	96
3.6. Коришћење особине еластичности опруге за израду динамометра.....	101
3.7. Слагање сила истог правца	104
Сажетак	108
Провери знање.....	110

4. МЕРЕЊЕ	117
4.1. Основне и изведене физичке величине и њихове мерне јединице. Међународни систем мера.....	118
4.2. Грешке мерења. Средња вредност мерене величине.....	123
4.3. Мерење. Мерила и мерни инструменти. Директно и индиректно мерење.....	126
Сажетак	131
Провери знање	132
Задаци.....	136
5. МАСА И ГУСТИНА	139
5.1. Инертност тела. Закон инерције	140
5.2. Маса тела.....	144
5.3. Мерење масе тела вагом	146
5.4. Маса и тежина као различити појмови	148
5.5. Густина тела. средња густина тела. Одређивање густине чврстог тела правилног облика	151
5.6. Плутање тела	155
5.7. Одређивање густине чврстих тела неправилног облика	157
5.8. Одређивање густине течности	159
Сажетак	161
Провери знање	162
Задаци.....	168
6. ПРИТИСАК	173
6.1. Притисак чврстих тела	174
6.2. Хидростатички притисак	177
6.3. Принцип спојених судова	180
6.4. Атмосферски притисак	183
6.5. Торичелијев оглед. Барометри	186
6.6. Паскалов закон. Хидраулична преса	189
Сажетак	193
Провери знање	194
Задаци.....	199
7. ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ	205
8. РЕШЕЊА	223
9. ПОЈМОВНИК	230



1 ФИЗИКА КАО ПРИРОДНА НАУКА

„СВЕТ ОКО НАС ЈЕ ИСПИСАНИ РОМАН – ЗАДАТАК ФИЗИКЕ ЈЕ ДА НАМ ПОМОГНЕ ДА ГА ПРОЧИТАМО!“

- СВЕТ КОЈИ ВИДИМО ОКО СЕБЕ СТАЛНО СЕ МЕНЈА – НЕКИ ПРЕДМЕТИ И ЖИВА БИЋА СЕ КРЕћУ, НЕКИ ЗАУСТАВЉАЈУ, А НЕКИ СЕ ТЕК ПОКРЕНУЛИ. СВАКИ НОВИ ДАН ДОНОСИ НАМ НЕКИ НОВИ ПОЧЕТАК И РАСПОРЕД. ЧЕСТО СЕ ПИТАМО: „ЗАШТО? КОЈЕ ТО НЕВИДЉИВЕ СИЛЕ И ЗАКОНИ УПРАВЉАЈУ ОВИМ СВЕТОМ, ПА И НАМА?“ ЖЕЛИМО ДА УБЕМО У СУШТИНУ СВИХ ДЕШАВАЊА ОКО НАС И ДА ДАМО ОДГОВОР КОЈИ БИ НАМ ПОМОГАО ДА СКОПИМО ДЕЛИЋЕ СЛАГАЛИЦЕ, ЧИЈИ СЕ БРОЈ ИЗ ДАНА У ДАН УВЕЋАВА. ЈЕДАН ОД НАЈВЕРНИЈИХ САВЕЗНИКА НА ТОМ ПУТУ САЗНАЊА ЈЕ БАШ ФИЗИКА. ОНА ЈЕ СВУДА ОКО НАС – У СПОРТУ, У ПРИРОДИ, НА ПУТУ ПРЕКО ОКЕАНА, А ЈЕДНОГА ДАНА ПРАТИЋЕ НАС И НА НАШИМ СВЕМИРСКИМ ПУТОВАЊИМА.
- ФИЗИКА ЈЕ КАО СТРОГИ УЧИТЕЉ БОРИЛАЧКИХ ВЕШТИНА. УЧИ НАС ДА СЕ ПРИ ПОСМАТРАЊУ, ОПИСИВАЊУ И ТУМАЧЕЊУ СВИХ ДЕШАВАЊА ОКО НАС НЕ ОСЛАЊАМО НА СВОЈЕ ЕМОЦИЈЕ, НЕГО НА ДОСТИГНУЋА НАУКЕ, ОДНОСНО ЦЕЛЕ НАШЕ ЦИВИЛИЗАЦИЈЕ, КАО И НА ОДРЕЂЕНА ПРАВИЛА И ТЕХНИКЕ ИСТРАЖИВАЊА КОЈА ЈЕ НЕОПХОДНО СЛЕДИТИ АКО ЖЕЛИМО ДА ДОБЕМО ДО ИСТИНЕ.
- АКО ВОЛИШ ДА ПОСМАТРАШ СВЕТ И ПОСТАВЉАШ ПРАВА ПИТАЊА, ОНДА СЕ НАЛАЗИШ У ПРАВОМ ВОЗИЛУ КОЈЕ ЋЕ ТЕ ПОВЕСТИ НА ЈЕДАН УЗБУДЉИВИ ПУТ КРОЗ ПРОСТОР И ВРЕМЕ — А ТО ЈЕ ФИЗИКА.

НА СЛИЦИ ВИДИТЕ ЈАПАНСКЕ СИМБОЛЕ КОЈИ ЗНАЧЕ „ПУТ УЧЕЊА“. ВИ УПРАВО УПОЛАЗИТЕ НА ЈЕДАН ТАКАВ ПУТ.

学道。



1.1. ФИЗИКА КАО ПРИРОДНА НАУКА



Слика 1.1.1: Први корак ка сазнању је бити радознао.

ЧИМЕ СЕ БАВИ ФИЗИКА?

- Зашто могу да чујем тату, када је у другој соби, а не видим га?
- Како слепи миш „види“ у мраку?
- Мама, зашто се муња прво види, па тек онда чује?
- Ко је насликао дугу на небу?
- Зашто Месец сваке ноћи мења свој облик?

Ово су само нека од бројних питања која знатижељна деца постављају својим родитељима или старијој браћи и сестрама. Радозналост је особина која децу, а и научнике, издваја од одраслих. Она тек почињу да откривају свет око себе и да уче правила по којима он функционише. Када упознају та правила и науче да живе у складу са њима, деца стичу осећај сигурности. Прво у породици, међу најближима, а затим и у широј заједници. Знају, на пример, да пре подне иду у вртић, јер мама и тата морају да раде, али и да ће их након посла вратити кући. После вечере, када се поиграју и попричају са члановима породице, одлазе на спавање у приближно исто време, како би сутрадан могли рано да устану.



Слика 1.1.2: Свако од нас организује низ активности које мора обавити током дана. Редослед обављања тих активности је такође једно од правила којима се прилагођавамо.

Исто важи и за одрасле. Што боље упознајемо правила и законе по којима се дешавају природне и друштвене појаве око нас, лакше можемо да планирамо своје време, активности и усмеравамо животне циљеве. **Правилности су начини на које се догађаји редовно смењују у времену.**

Примери друштвених појава:

Сваки пут када мама изађе ујутро из куће и сретне комшиницу из суседног улаза, проведу неко време у разговору. Договори се када ће једна другој свратити на кафу или шта ће спремити за ручак.

Аутобус свако јутро креће у 7:00, стиже до школе око 7:20, а ми имамо још 10 минута до почетка првог часа.



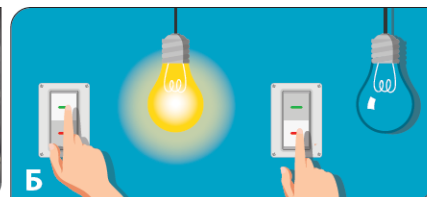
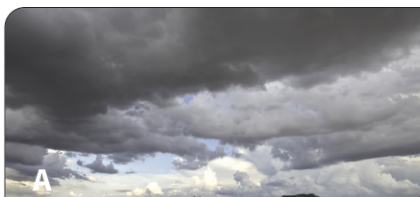
Слика 1.1.3: Примери друштвених појава или дешавања: (А) договор са пријатељицом и (Б) организовање реда вожње у већим градовима.

Ово су примери друштвених правила која нам помажу да организујемо свакодневницу – дружења, оброке, наставу, саобраћај.

Примери физичких појава:

Када се на небу појаве тамни облаци, знамо да следи захлађење, а затим и киша.

Притиском на дугме укључујемо или искључујемо телевизор или светло у соби.



Слика 1.1.4: Примери физичких појава: (А) облаци пред кишу и (Б) паљење и гашење светла.

Ове појаве прате природне правилности по којима се дешавају догађаји у природи, али неvezано за друштвена правила – после облака често долази киша, а после ње, ако засија Сунце, појављује се дуга. Многи електрични уређаји могу се по потреби укључивати или искључивати.

Природа је све што нас окружује – и живо и неживо. Ту спадају људи, биљке, животиње, али и неживе ствари попут камења, река, ваздуха, телевизора, мобилних телефона и планина. Те појаве и бића изучавају природне науке:

- **Биологија** се бави живим бићима и њиховим односом са неживим светом.

- **Хемија** проучава од чега је све сачињено.

- **Физика** проучава физичке појаве и законе по којима се одвијају.

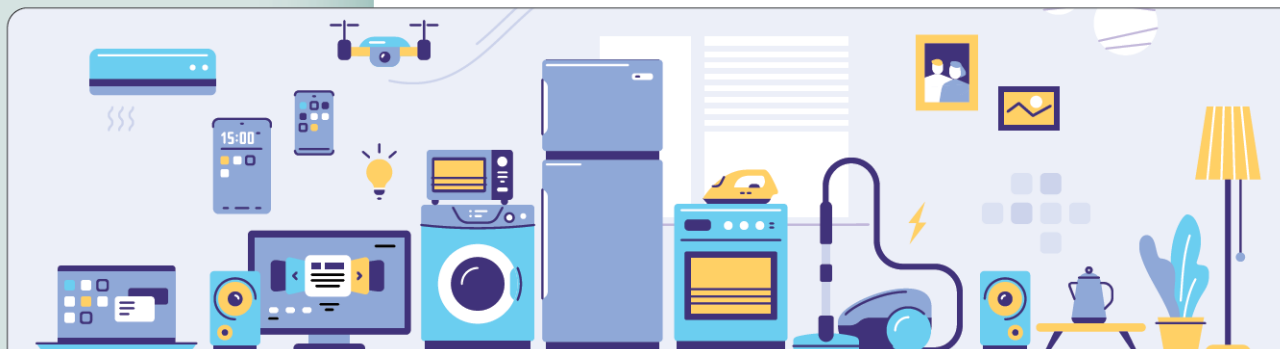
Сам назив физика потиче од грчке речи **физис** (*φύσις*), што значи природа.

Природа је живи и неживи свет који нас окружује.

Физика је природна наука која проучава појаве у природи, начин на који се одвијају и законе које их повезују.

ФИЗИЧКЕ ПОЈАВЕ КОЈИМА СЕ БАВИ ФИЗИКА

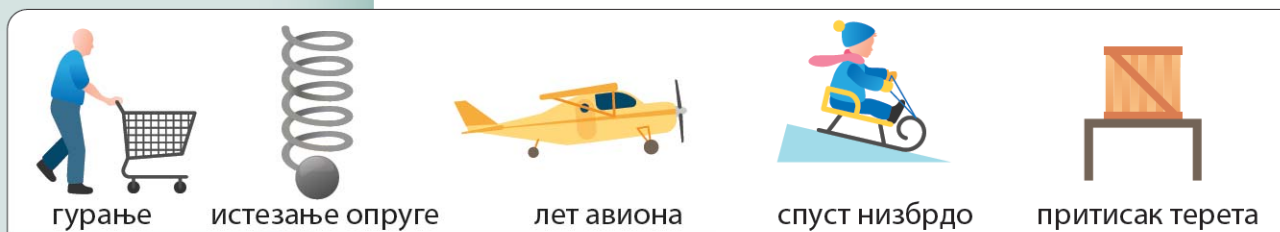
Погледајте око себе. Све што се тренутно дешава у вашој околини, а није повезано са живим бићима, предмет је изучавања физике. На слици 1.1.5 приказани су електрични уређаји које свакодневно користите у своме дому. Сви они функционишу захваљујући законима физике, односно природним правилима по којима се одвијају физичке појаве.



Слика 1.1.5: Електрични уређаји који су у свакодневној употреби.

1) Механичке појаве

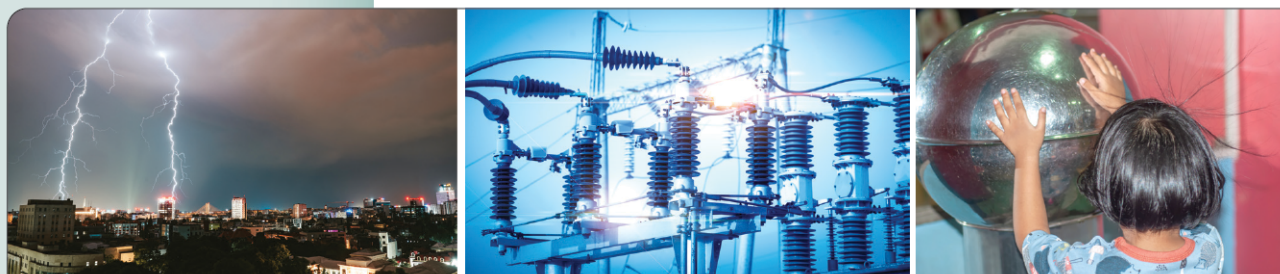
Ово су појаве као што су кретање, заустављање, промене облика тела и покретање предмета. На примени закона механичких појава раде дрон, веш машина и усисивач.



Слика 1.1.6: Примери механичких појава које ћемо проучавати током ове школске године

2) Електричне појаве

У електричним појавама учествују наелектрисани предмети који се привлаче или одбијају на даљину. Сви електрични уређаји раде на основу кретања ситних честица које носе наелектрисање.



Слика 1.1.7: Електричне појаве у природи.

Најпознатија електрична појава у природи је муња, тј. електрично пражњење током олује. На истом принципу се формирају мале муње у трансформаторима високих напона у трафостаницама. Десно видимо девојчицу која додирује наелектрисану куглу Ван де Графовог генератора. Због велике количине наелектрисања које прелази на њу, коса се издиже

Хајде сада да изведемо неке огледе који су повезани са електричним појавама.

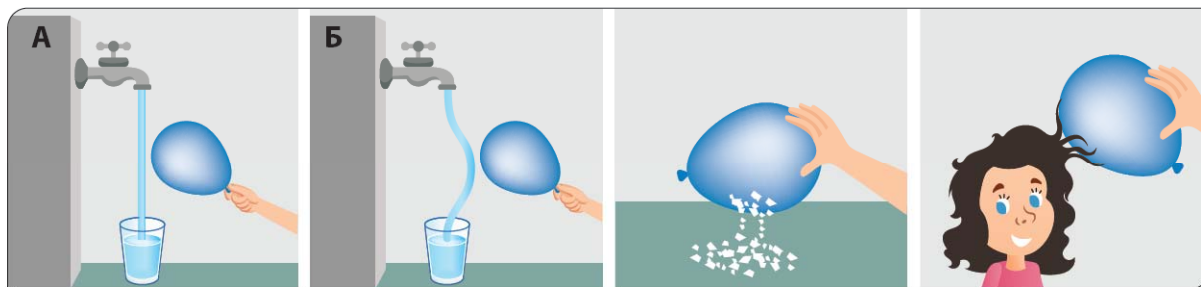


ОГЛЕД

Наелектрисани балон

- На слици 1.1.8А је балон кога смо приближили млазу воде – ништа се не дешава. Облик млаза остаје неизмењен.
- Протрљајмо балон о косу, па поново принесемо води, слика 1.1.8Б – млаз воде се „савија“ према балону.

Ова појава се дешава зато што наелектрисани балон привлачи воду, односно делује на друге наелектрисане честице. О овоме ћемо више говорити у лекцији 3.3.



Слика 1.1.8: Деловање наелектрисаног балона на млаз воде.

Слика 1.1.9: Наелектрисани балон привлачи папирће и праменове косе.

3) Магнетне појаве

Магнетне појаве настају када намагнетисани предмети делују једни на друге. Такве предмете имате на вратима фрижидера, као мале сувенире или оне које држе врата ормарића затвореним.



Слика 1.1.10: Поларна светлост (аура бореалис) и геомагнетне олује резултат су утицаја Земљиног магнетног поља на наелектрисане честице које долазе са Сунца.



ОГЛЕД

„Привлачни“ магнет

- Поставите неколико спајалица на сто.
- Приближите магнет облика слова “U”.
- Посматрајте како се спајалице крећу и лепе само за врхове магнета.

Објашњење ћемо детаљно обрадити у лекцији 3.3.



Слика 1.1.11: Магнет делује на металне предмете.



Слика 1.1.12: Оптички уређаји – дурбини, телескопи, рефлектори, камере...



ОГЛЕД

Направите своју дугу

- Станите леђима окренутим Сунцу.
- Распршите воду из баштенског црева у фини млаз.
- Нормално, у односу на млаз воде појавиће се дуга.



Слика 1.1.15: „Лична“ дуга – ваша сенка треба да буде испред вас да бисте је видели.

4) Светлосне (оптичке) појаве

Светлосне појаве укључују настанак светлости, њено ширење, одбијање и преламање. Телевизори, камере, фото-апарати садрже делове који користе ове особине светлости.



Слика 1.1.13: Дуга, једна од најлепших светлосних појава на небу.



ОГЛЕД

Свет као одраз у кашици

- Погледајте свој одраз у равном огледалу, а затим у кашици.
- Приметићете да је слика у испупченој и удубљеној страни кашике различита.



Слика 1.1.14: Одраз лутке (Арлекин) у равном огледалу, на кашици са испупчене и удубљене стране.

5) Звучне (акустичне) појаве

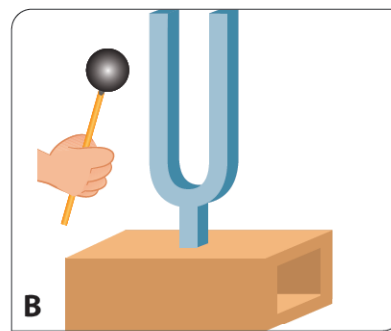
Звучне појаве се односе на настанак, ширење и пријем звука. Звук стварају музички инструменти, наше гласне жице, звучници. Путује ваздухом и другим срединама до нашег уха.



А



Б



В

Слика 1.1.16: (А) Шведска рок група „Сабатон“, код нас у Србији позната по песмама у којима су опевали наше хероје из Првог светског рата: Милунку Савић, Гаврила Принципа и мајора Драгутина Гавриловића. (Б) Гејмерске слушалице. (В) Звучна виљушка која је саставни део опреме у кабинетима физике. Служи и за штимовање инструмената.



ОГЛЕД

Шта је брже – светлост или звук?

Потребан материјал: балон, конфете, левак, игла и више неутралних посматрача

Место извођења огледа: школско двориште или терени за игру

Питање за посматраче пре извођења огледа: Обратите пажњу да ли прво видите конфете, па чујете звук пуцања балона или обрнуто?

Начин извођења огледа:

- 1) Напунити балон конфетама уз помоћ левка.
- 2) Надувати балон и завезати га.
- 3) Удаљите се око 100 метара од посматрача – важно је да вас виде, слика 1.1.17
- 4) Пробуши балон иглом.



Слика 1.1.17: Оглед са „гласним“ балоном на школском дворишту.

Посматрачи ће видети одмах конфете, па тек онда чути звук пуцања балона. Што се више од удаљите од посматрача, временска разлика међу овим догађајима биће већа. Значи, светлост је бржа од звука!

6) Топлотне појаве

Топлотне појаве обухватају загревање и хлађење тела, изворе топлоте, преношење топлоте, као и промене агрегатних стања. У нашем дому имамо уређаје који загревају или хладе просторије: клима, вентилатор или грејалице. У кухињи то су: шпорет, тостер, микроталасна пећ и фрижидер.



Слика 1.1.18: (А) термална фотографија мачке, (Б) понашање воде током загревања, (В) торнада – последица климатских промена на Земљи.

7) Атомске и нуклеарне појаве

Ове појаве се дешавају унутар атома – ситних честица од којих су сачињени сви хемијски елементи и које могу самостално да постоје. Атомске појаве укључују емитовање светлости (на пример у халогеним сијалицама), а нуклеарне се односе на промене у атомском језгру, као што су радиоактивни распад или нуклеарна фузија.



Слика 1.1.19: Велики хадронски сударац у ЦЕРН-у, Женева. У њему се елементарне честице убрзавају у великом тунелу и сударају са другим таквим честицама. Уз помоћ њега физичари могу да „виде“ чак и унутар атомског језгра.



- Шта је природа?
- Које природне науке изучавају природу и који њен део?
- По којој речи је физика добила име?
- Шта су за тебе правилности или закони у природи? Можеш ли да наведеш неки пример?
- Да си физичар, коју би од горе наведених појава желео да изучаваш? Зашто?
- Који ти се од огледа највише свидео? Да ли си неки пробао да изведеш сам?

1.2. КАКО ФИЗИКА ИЗУЧАВА ПРИРОДУ



Физика је наука која проучава физичке појаве у природи. А природа је све што опажамо око себе. Сви догађаји у природи одвијају се по одређеним правилима, која називамо природним законима. Познавањем тих закона, људи су направили многе уређаје који нам данас олакшавају живот – као што су они које смо помињали у првој лекцији.

КАКО НАСТАЈУ ЗАКОНИ У ФИЗИЦИ?

Циљ сваког научника који се бави физиком је да открије неко правило – физички закон – по коме се одвија нека физичка појава. У огледима са претходног часа могли смо да уочимо неке од тих закона:

- *Наелектрисања сујројној знака се ѿривлаче.* (Балон привлачи праменове косе или папириће на чијој површини се налазе наелектрисања супротног знака од оног које је на њему.)

- *У физичким ѿјавама ѿде учесѿвују свеѿлосѿ и звук, свеѿлосѿ увек сѿиже ѿрва.* (Прво видимо конфете, па тек онда чујемо пуцање балона.)

- *Одрази на исѿујченим рефлекѿујућим ѿовршинама* (као што је спољна страна кашике) *дају усѿраван лик, а на удубљеним* (унутрашња страна кашике) *обрнуѿ и умањен.*

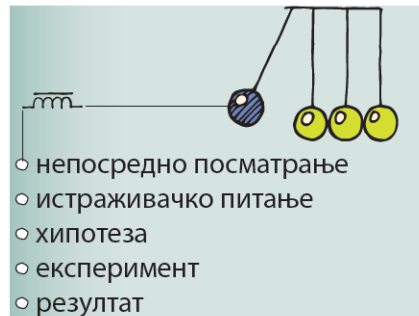
Како долазимо до физичких закона?

1) Непосредно посматрање

Све почиње од пажљивог посматрања природе и постављања доброг истраживачког питања. Истраживачко питање разликује се од других општих питања зато што се на њега може одговорити само кроз неку од научних метода, као што је експеримент.



Слика 1.2.1: Нису сва питања истраживачка. Научна питања воде ка открићима и огледима.





Слика 1.2.2: Да ли је Месец узрок несанице?

На пример, „Да ли ти се допада дуга?“ – је питање које неко поставља да би сазнао неко наше **мишљење** о томе.

На такво питање добијају се различити одговори: „Да, не, не знам – зависно од расположења“ итд.

Али, ако смо поставили питање – „Како настаје дуга?“ – онда би требало да добијемо увек исти одговор, без обзира ко одговара, када и где. У нашем огледу са балоном и конфетама поставили смо питање: Шта је брже – звук или светлост?

2) Постављање претпоставке или хипотезе

– „Зашто ноћима тако лоше спавам?“ – пожалила се тета Зора, Данилова комшиница, кад је свратила код њих на јутарњу кафу. – „То је сигурно због пуног Месеца“ – рекла је озбиљно. – „Читала сам о томе у Инфомистерији, мом омиљеном магазину.“

Данило је размишљао како да помогне комшиници. „Знате шта, тета Зоро, даћу Вам један предлог“ – рекао је – „Овде имам календар са обележеним месечевим менама. У њему обележите све ноћи у којима сте слабо спавали. Пратите то четири месеца, па ћемо видети да ли то има неке везе са Месецом“.

АПРИЛ							МАЈ						
нед	пон	уто	сре	чет	пет	суб	нед	пон	уто	сре	чет	пет	суб
						1						1	2
6	7	8	9	10	11	12		5	6	7	8	9	10
13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17
20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24
27	28	29	30				25	26	27	28	29	30	31

ЈУЛ							АВГУСТ						
нед	пон	уто	сре	чет	пет	суб	нед	пон	уто	сре	чет	пет	суб
						1							2
6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9
13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16
20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23
27	28	29	30	31			24	25	26	27	28	29	30
							31						

Слика 1.2.3: Тета Зора проверава своју претпоставку.

После четири месеца, Зора је поново дошла на кафу, носећи календар:

„По овоме, изгледа да моје непродспаване ноћи немају никакве везе са месечевим менама“ – признала је – „Проблем је што дуго нисам мењала душек за спавање, па се деформисао. Овима из Инфомистерије више нећу да верујем!“

ШТА ЈЕ ХИПОТЕЗА?

Када поставимо истраживачко питање, често понудимо могући одговор. Тај одговор се зове хипотеза. Она нам помаже да боље разумемо оно што посматрамо, али мора бити доступна провери. Хипотеза тета Зоре била је: „Пун Месец је узрок моје несанице.“ Да ли је била тачна? Није. Али, то је у науци сасвим у реду! И погрешна хипотеза нас води ближе истини.

Важно је знати:

- Хипотеза није исто што и мишљење.
- Хипотеза мора да се провери – посматрањем или експериментом.
- Ако се хипотеза покаже као нетачна – научници је одбацују и траже нову.

Хипотезе су научне претпоставке. Њима покушавамо да непосредна посматрања учинимо разумљивијим.

Хипотезе морају бити потврђене **експериментима**.

3) Експеримент

Експеримент је следећи корак у преиспитивању хипотезе. То је **низ пажљиво планираних поступака којима се одређена физичка појава изводи у контролисаним условима, као што је лабораторија**. На слици 1.2.4 видимо електростатичку машину на којој између две металне кугле „прескаче“ варница, на исти начин као што муња у природи „прескаче“ са облака на Земљу или са једног облака на други.

Да би се нека хипотеза потврдила, експеримент мора бити **поновљив** било где на свету и давати исти резултат. На пример, и експеримент са балоном и конфетама мора показати да је светлост бржа од звука – ако су услови за оглед одговарајући: нема магле, снега или ветра, без обзира на раздаљину и број објективних посматрача.

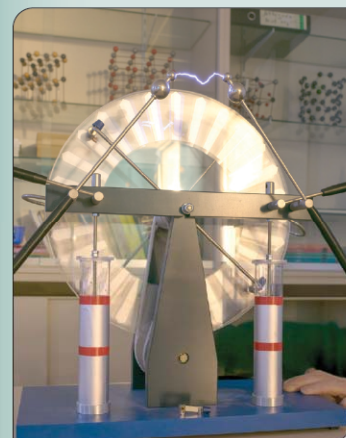
Уколико га изводи иста особа више пута, резултати би требало да буду исти. Зато је важно да се сваки корак у експерименту документује или сними.

4) Резултат

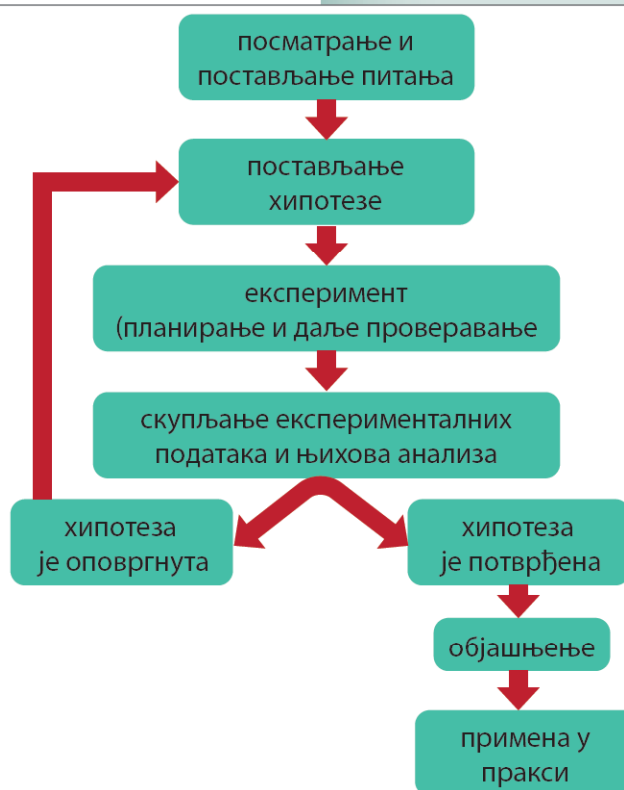
Резултати експеримента, односно оно што се на крају добије, не морају увек потврдити очекивања научног света. Често се хипотезе морају унапредити или променити. Резултати се затим разматрају у научним круговима, где се постављају питања као што су: „Јесу ли начини рада и експерименти били добро одабрани?“, „Да ли је објашњење тачно?“, „Да ли резултат заиста доказује оно што смо мислили?“

Да ли ће резултати бити прихваћени или не, на крају одлучује научна заједница.

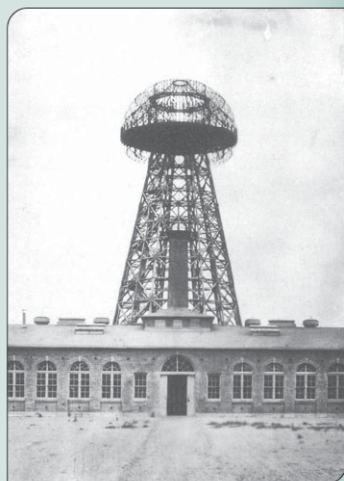
А иза тих резултата често се крију нова питања – и тако да се научно истраживање наставља.



Слика 1.2.4: Електростатичка машина, саставни део скоро сваке школске лабораторије.



Слика 1.2.5: Дијаграм научног истраживања



Слика 1.2.6: Теслин торањ за
• бежични пренос енергије.



Слика 1.2.7: Рендгенски
• снимак



Слика 1.2.8: Ласер који се
користи за сечење и обраду
• метала

Наведимо на овом месту неке од уређаја, који су нашли своју примену у развоју технологије и медицине, најбитнијих грана науке које су довеле до трансформације човечанства.

Радио-апарат

Један је од првих уређаја за бежични пренос комуникационих сигнала. Већ 1867. године шкотски научник Џејмс Клерк Максвел је предвидео постојање радио-таласа проучавајући електричне и магнетне појаве. Никола Тесла је 1897. године добио патент за уређај описан као „бежични пренос података“, што се сматра почетком развоја радија. Први радио-апарати направљени су неколико година касније. Дуго се веровало да је Маркони проналазач, али Врховни суд САД 1943. поништава његов патент и признаје да су идеје биле Теслине.

Од радио-апарата стигли смо до мобилних телефона, телевизора, и телекомуникационих сателита и „Старлинка“ Елона Маска.

Рендген

Рендген је медицински уређај за снимање унутрашњости тела, нарочито костију. Настао је проучавањем закона атомске физике. Рендгенски зраци, по којима је овај уређај добио име, пролазе кроз меко ткиво, али се одбијају од костију. Зато се на снимку кости виде као беле, а остали делови као тамнији. Открио их је 1895. године немачки научник Вилхелм Конрад Рендген.

Ласери

Ласери стварају посебну врсту светлости (ласерска светлост) – јаку, праволинијску и лако усмериву на жељену мету, без обзира на то колико мала била и на којој раздаљини се налази. Проучавањем светлосних и атомских појава настао је уређај који данас има многобројне примене:

- као део читача ЦД и ДВД дискова,
- за скенирање бар-кодова у продавници,
- у медицини за хируршке интервенције, уклањање младежа и корекције вида,
- у телекомуникацијама за пренос података,
- па чак и у козметичким салонима за депилацију или при третманима лица.



- Када говоримо о питању истраживачког типа?
- Који су кораци у сваком научном истраживању?
- Шта је хипотеза?
- Шта је експеримент?
- Шта се дешава ако експеримент није потврдио хипотезу?

1.3 ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ, МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ И ФИЗИЧКИ ЗАКОНИ

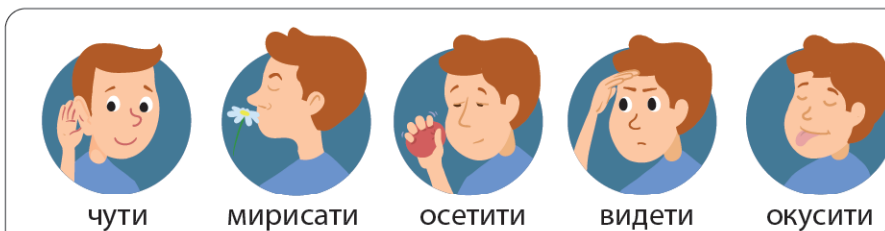


Све научне методе подразумевају следеће кораке: непосредно посматрање, постављање хипотезе, експеримент и резултат. Хипотезе су научне претпоставке и морају бити потврђене експериментима.

Експеримент је поступак који следи одређена правила. Њиме се представља физичка појава, али у посебним, контролисаним условима, као што је у лабораторији.

Физика, као и свака друга наука, има свој посебан језик. То су појмови које користимо у описивању физичких појава, планирању експеримента и тумачењу резултата.

Већ у првој лекцији смо навели неке од појава које физика проучава. За све је заједничко да у њима „учествују“ неки предмети или жива бића. У физици све њих зовемо једним именом – **физичка тела**. На пример, физичка тела су: наелектрисани балони који се одбијају, вода у шерпи која се загрева, тркач који иде од старта ка циљу, Месец који мења свој облик на небу... Сва физичка тела којима смо окружени можемо регистровати помоћу чула: вида, слуха, мириса, додира и укуса. Видимо звезде на небу, чујемо телевизор у суседној соби, намиришемо колач који нам је бака направила, осећамо да нам је лимунада превише охлађена, а кад је пробамо да је кисела.



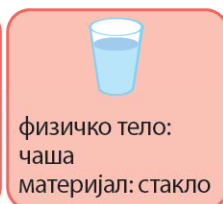
Слика 1.3.1: Чула која нас информишу о свету око нас.

Свако физичко тело чини одређена **грађа**. Столица је направљена од дрвета, хаљина од свиле, чаша је од стакла.

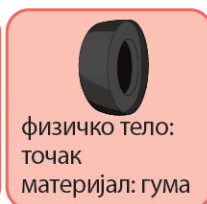
Супстанција је грађа од које су сачињена физичка тела.



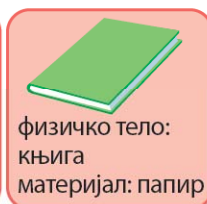
физичко тело:
сто
материјал: дрво



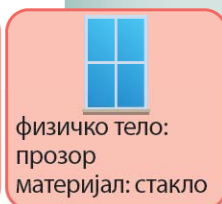
физичко тело:
чаша
материјал: стакло



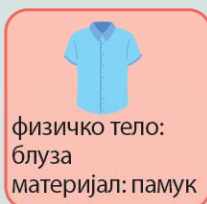
физичко тело:
точак
материјал: гума



физичко тело:
књига
материјал: папир

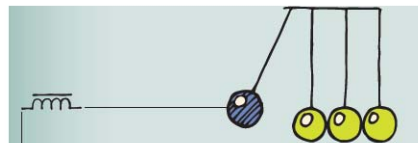


физичко тело:
прозор
материјал: стакло



физичко тело:
блуза
материјал: памук

Слика 1.3.2: Тела и супстанце.



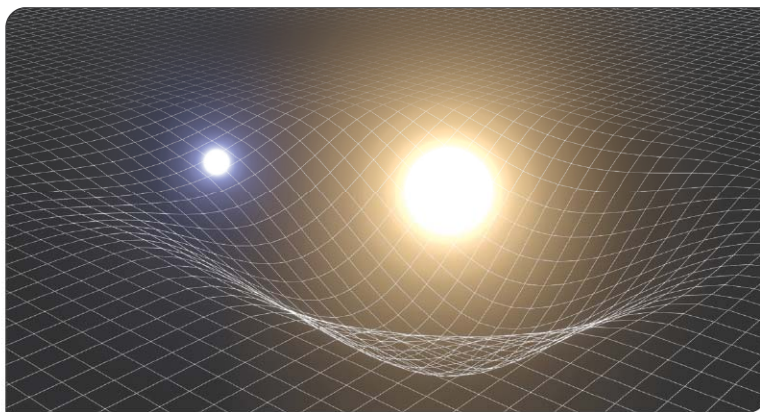
- физичко тело
- супстанција
- физичко поље
- материја
- физичке величине
- мерне јединице
- мерење
- физички закон

ФИЗИЧКО ТЕЛО	СУПСТАНЦИЈА
Ексер	гвожђе
глава чекића	
Шипка	
Чаша	стакло
Прозор	
Наочари	
Клупа	дрво
Ормар	

Табела 1.3.1

Физичка тела имају једну важну особину – заузимају део простора. Али постоји и невидљива област око физичких тела, коју не можемо опазити чулима. Кроз тај простор тело може утицати на друго тело. Посматрајмо опет деловање два наелектрисана балона или деловање магнета на спајалице. Један балон ће деловати на други или магнет ће привући спајалицу само ако се налази довољно близу, али не у непосредном, директном контакту. Та невидљива област назива се физичко поље.

Физичко поље је невидљива област која постоји око физичког тела, а преко које делује на неко друго тело.



Слика 1.3.3: Око сваког тела постоји једно или више физичких поља.

У овом разреду говорићемо нешто о електричном, магнетном и гравитационом пољу. **Гравитационо поље** је невидљива област око планета у свемиру које их држи на окупу око неког њиховог заједничког Сунца.

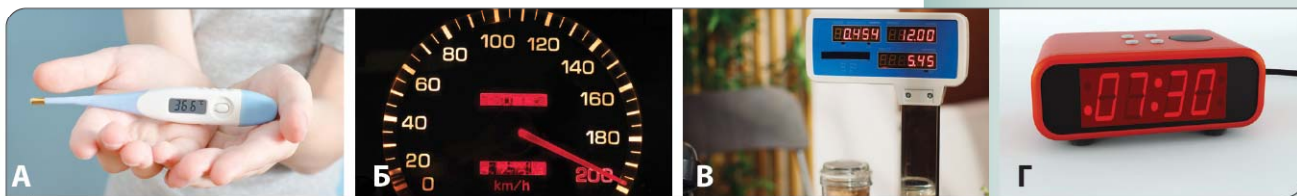
Заједно, супстанција и физичко поље чине **материју**, грађу света око нас.

Материја је грађа природе. Може постојати као супстанција или као физичко поље.

Вратимо се сада опису физичких појава. Замислимо да пријатељу препричавамо неки филм. Када описујемо неки лик из филма, за њега можемо рећи да је добар, зао, смешан, интелигентан итд. То су све особине карактера. Али физика не описује тела на тај начин. Ако бисмо рекли да су балони „смешни“, а магнет „паметан“, то у физици нема смисла. Са научног гледишта, ова тела имају особине које можемо измерити или опазити чулима, а које не зависе од тога како се ми осећамо. То су, на пример:

- магнет може јаче или слабије да привлачи металне предмете или друге магнете,
- млеко је загрејано,
- кревет заузима део простора у соби,
- тркач ће за најкраће време претрчати 100 метара стазе...

Да бисмо упоређивали исте особине код различитих физичких тела, потребно је да им доделимо бројеве. Тај број нам показује у којој мери је нека особина заступљена. На пример, паметније особе имају виши коефицијент интелигенције. То је број који се добија решавањем посебних тестова. Просечни коефицијент интелигенције је између 90 и 110.



Слика 1.3.4: Сваки од уређаја на слици показује одређену бројну вредност.

1.3.4А Када желимо да опишемо колико је неко тело загрејано, говоримо о његовој **температури**. Сигурно сте сви бар једном мерили температуру топломером. Температура до 37°C (степена Целзијусових) је нормална, а ако имате преко 38°C , треба се јавити лекару.

1.3.4Б Када хоћемо да опишемо колико брзо аутомобил прелази одређено растојање, користимо појам **брзине**. Ако брзинометар показује већи број на скали, значи да се аутомобил креће брже. У граду је обично дозвољена брзина од 40 до $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ (километара на сат), а на ауто-путу више од $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

1.3.4В У супермаркетима, воће или поврће меримо на ваги. Што је већа количина, вага показује већи број. Тај број представља **масу** и изражава се у грамима (g) или килограмима (kg).

1.3.4Г Ако желимо да знамо колико је нешто трајало, гледамо на сат. Он нам показује **време** у часовима (h) и минутима (min). Обично идемо на спавање између 22 и 23 h. Један видео на друштвеним мрежама обично траје 2 до 3 min.

Сви појмови наведени у примерима – температура, брзина, маса и време – представљају **физичке величине**.

Физичке величине нам служе у физици за бројно описивање особина физичких тела.

Приметимо, поред сваке бројне вредности које смо навели за неку физичку величину, налазе се и ознаке као што су $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, $^{\circ}\text{C}$, min или kg. Те ознаке су **мерне јединице**.

Мерна јединица је величина која је унапред одређена договором. Све физичке величине изражавамо преко ње.

На пример, дужина пернице изражава се у сантиметрима (cm), ширина собе у метрима (m), а растојање од града до града у километрима (km).

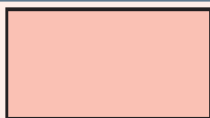
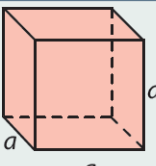
ФИЗИЧКА ВЕЛИЧИНА = БРОЈ * МЕРНА ЈЕДИНИЦА

Напомена: постоје неке физичке величине које немају мерне јединице.

Поред бројне вредности и мерних јединица, свака физичка величина има и своју ознаку. У математици смо већ за дужину користили ознаке d , l или L , за површину P или S , а за запремину V (углавном латинична слова и када се уносе као текст морају да буду у италик фонту).

Ево примера како записујемо вредности неких физичких величина које смо радили из математике:

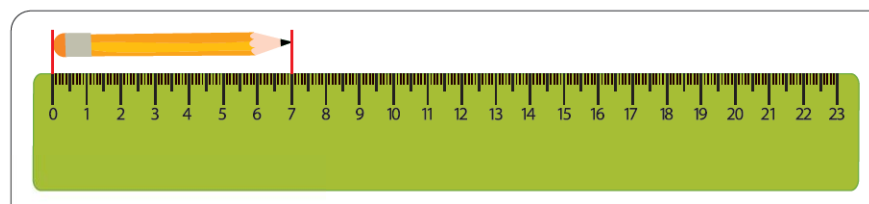
- дужина стола је $d = 1,5 \text{ m}$,
- површина квадрата је $P = 20 \text{ cm}^2$
- запремина собе је $V = 30 \text{ m}^3$

ГЕОМЕТРИЈСКА ФИГУРА / ГЕОМЕТРИЈСКО ТЕЛО	ФОРМУЛА	МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ
 a квадрат	површина $P = a^2$	cm^2, m^2
 b a правоугаоник	површина $P = a \cdot b$	cm^2, m^2
 a a a коцка	површина $P = 6a^2$	cm^2, m^2
	запремина $V = a^3$	cm^3, m^3
 b a h квадар	површина $P = 2(a \cdot b + a \cdot h + b \cdot h)$	cm^2, m^2
	запремина $V = a \cdot b \cdot h$	cm^3, m^3

Табела 1.3.2 Неке од формула за површину и запремину које су рађене из математике.

Мерење је важан део сваког експеримента. То је поступак којим одређујемо непознату бројну вредност неке физичке величине тако што је упоређујемо са мерном јединицом.

Када меримо дужину оловке, гледамо колико пута у њу „стане“ подељак од 1 cm са лењира. Слика 1.3.5



Слика 1.3.5: Мерење дужине оловке лењиром. Један подељак лењира налази се 7 пута у дужини оловке. Увек читамо број испод последњег подељка који покрива тело.

Када смо дефинисали шта су физичке величине, а шта мерење као део експеримента, сада ћемо још једном да се вратимо на физички закон, као један од завршних резултата научних метода.

Физички закон можемо описати као правило које показује како су бројне вредности физичких величина повезане. Та веза се често приказује математичким формулама.

У експериментима обично мењамо једну физичку величину, па пратимо како се мења друга. Тако откривамо како су повезане. Најједноставнији пример за то: возимо се аутом између два места. Ако се возимо брже, биће нам потребно мање времена да стигнемо. Ако се возимо дуже, прећи ћемо већу раздаљину. Значи, језиком бројева, повећањем бројне вредности брзине, смањује се бројна вредност времена на путу. Или ако се дуже времена возимо (повећавамо бројну вредност времена), прећи ћемо веће растојање (бројна вредност дужине се исто повећава).

Значи, **физички закон** је правило које описује како се нешто дешава у природи. Може бити исказан речима или приказан формулом.



- Шта је у физици физичко тело? Наведи примере.
- Шта је супстанција, а шта физичко поље? Навести неколико примера за физичко тело и супстанцију.
- Шта су физичке величине, а шта мерне јединице? Које су се физичке величине изучавале на часовима математике?
- Шта је мерење?
- Шта је физички закон?



САЖЕТАК

- **Природа** је живи и неживи свет који нас окружује.
- **Правилности** су начини на које се догађаји редовно смењују у времену.
- **Физика** је природна наука која проучава појаве у природи, начин на који се одвијају и законе које их повезују.
- Неке од **физичких појава** су: механичке, електричне, магнетне, топлотне, звучне, оптичке, атомске и нуклеарне.
- Сваки научни метод почиње са добрим **истраживачким питањем**. Кораци у научној методи су: непосредно посматрање, хипотеза или претпоставка, експеримент и резултат.
- **Хипотезе** су научне претпоставке. Њима покушавамо да непосредна посматрања учинимо разумљивијим. Хипотезе морају бити потврђене експериментима.
- **Експеримент** је низ пажљиво планираних поступака којима се одређена физичка појава изводи у контролисаним условима, као што је у лабораторији.
- **Физичка тела** су предмети или жива бића која учествују у физичким појавама. Грађена су од супстанције.
- **Физичко поље** је невидљива област која постоји око физичког тела, а преко које делује на неко друго тело.
- Заједно, супстанција и физичко поље чине **материју**, грађу природе.
- **Физичке величине** нам служе у физици за бројно описивање особина физичких тела.
- **Мерна јединица** је величина која је унапред одређена договором. Све физичке величине изражавамо преко ње.
- **Мерење** је важан део сваког експеримента. То је поступак којим одређујемо непознату бројну вредност неке физичке величине тако што је упоређујемо са мерном јединицом.
- **Физички закон** је правило које описује како се нешто дешава у природи. Може бити исказан речима или приказан формулом.





ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

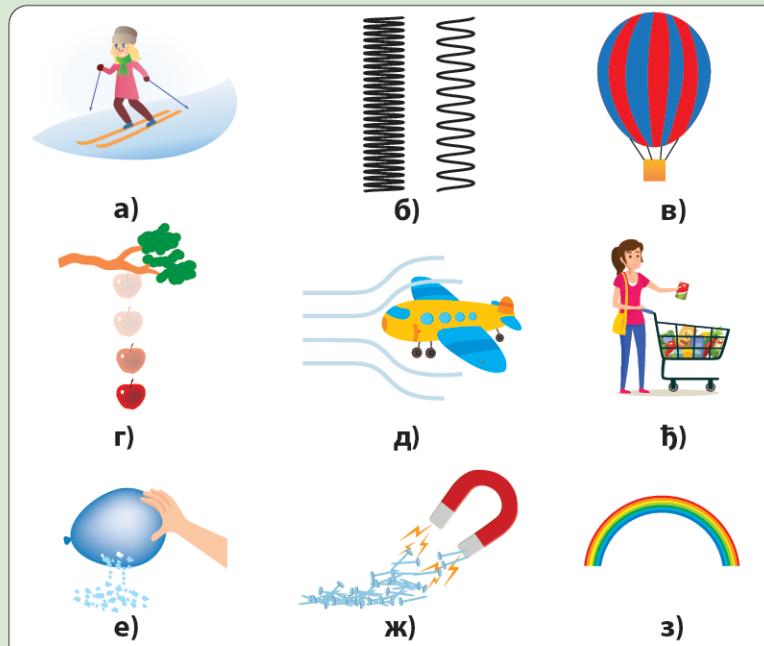
1. Шта проучава физика?

- а) биљке
- б) историју цивилизације
- в) физичке појаве
- г) моралне вредности
- д) уметничке стилове

2. Која од наведених су физичке појаве?

- а) гледање телевизије
- б) рок концерт
- в) смењивање дана и ноћи
- г) гурање колица са бебом
- д) шутирање лопте

3. Које од физичких појава на слици нису механичке појаве:



- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| а) спуст скијаша | е) балон привлачи папириће |
| б) деформисање опруге | ж) магнет привлачи спајалице |
| в) лет балона | з) дуга |
| г) Земља привлачи јабуку | д) лет авиона |
| ђ) гурање колица | |



4. Која од питања су истраживачка?
- а) Како ти се свидео оглед?
 - б) Шта се објашњава овим огледом?
 - в) Шта је потребно да се изведе овај оглед?
 - г) Како се осећаш док радиш овај оглед?
 - д) Који је крајњи резултат огледа?
5. Хипотеза је:
- а) завршни резултат,
 - б) научна претпоставка,
 - в) тачан доказ,
 - г) рачунарски програм,
 - д) уређај за мерење.
6. Мерна јединица за дужину је:
- а) килограм
 - б) секунд
 - в) литар
 - г) метар
 - д) њутн
7. Којим поступком научници проверавају хипотезу?
- а) историјским истраживањем
 - б) експериментом
 - в) цртањем
 - г) писањем песама
 - д) вредновањем радова
8. Допуни дате реченице:
- а) _____ је научна претпоставка коју треба проверити.
 - б) Мерење је упоређивање физичке величине са _____.
 - в) Физичке величине _____ описују особине физичких тела.
 - г) При формулисању хипотезе, важно је да она буде доступна _____.



д) Експеримент се спроводи у _____ условима да би се резултати поновили.

ђ) Материја се састоји од _____ и _____.

9. Која од наведених тврђења су тачна?

- а) Физика проучава само живе организме.
- б) Свака хипотеза се одмах прихвата као тачна.
- в) За проверу хипотезе довољно је једно мерење.
- г) Мерење је први корак у научним методама истраживања.

10. Повежи дате појмове са одговарајућим реченицама које их описују.

- | | |
|------------------------|--|
| а) хипотеза _____ | 1) Провера физичке појаве у контролисаним условима |
| б) експеримент _____ | 2) Математичко или речима исказано правило у природи |
| в) јединица мере _____ | 3) Претпоставка која објашњава посматрану појаву |
| г) супстанција _____ | 4) Величина са којом упоређујемо физичку величину |
| д) физички закон _____ | 5) Грађа физичког тела |

11. Поређај по редоследу кораке у научној методи: резултат, непосредно посматрање, хипотеза, експеримент

1. _____,
2. _____,
3. _____,
4. _____.

12. Који од наведених појмова су физичке величине?

- | | | |
|--------------------|--------------|----------------|
| а) наелектрисаност | б) брзина | |
| в) дужина | г) запремина | д) загрејаност |



13. Поред датих појмова ставити слово **С**, ако је супстанца, а **Ф**, ако је физичко тело:

а) столица_____

б) торба_____

в) пластика_____

г) памук_____

д) гвозђе_____

ђ) патика_____

14. Којој врсти припадају следеће физичке појаве? Повежи.

а) пећ загрева собу

1) светлосна појава

б) настајање дуге

2) звучна појава

в) слушање концерта

3) топлотна појава

г) одбијање наелектрисаних балона

4) електрична појава

15. Упиши ознаку одговарајуће мерне јединице:

(km, километар ; kg, килограм; l, литар; °C , степен Целзијусових; h, час ; min, минут)

Вања иде на село код баке. Слушала је временску прогнозу и јавили су да ће

максимална температура бити 22_____. Устала је у 7 _____.

Бакина кућа удаљена је 25 _____. Стићи ће за 40 _____.

Тата је на бензинској пумпи сипао 15_____ бензина. Успут су купили велику векну хлеба масе 1,2 _____.

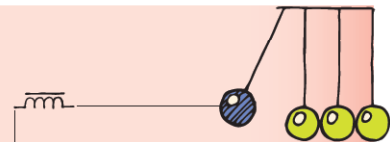
2 КРЕТАЊЕ

- ЈЕДНА ОД ПРВИХ ТЕХНИКА КОЈУ ИЗУЧАВАТЕ У БОРИЛАЧКИМ ВЕШТИНАМА, КАО И У БИЛО КОЈОЈ СПОРТСКОЈ АКТИВНОСТИ, ЈЕСТЕ ПРАВИЛНО КРЕТАЊЕ. ПОКРЕНУТИ СЕ У ПРАВОМ ТРЕНУТКУ И КРЕТАТИ СЕ НА НАЈЕФИКАСНИЈИ НАЧИН СУ УСЛОВИ ЗА ПОСТИЗАЊЕ ЖЕЉЕНОГ ЦИЉА. ПОСТОЈИ ЧАК И ВЕЗА ИЗМЕЂУ ФИЗИЧКИХ ПОЈАВА У ПРИРОДИ И САМИХ ПОКРЕТА КОЈЕ ИЗВОДИМО ТОКОМ УВЕЖБАВАЊА ОДРЕБЕНЕ ТЕХНИКЕ.
- МИ ЋЕМО СЕ ЗА САДА БАВИТИ ОСНОВНИМ ПОЈМОВИМА ВЕЗАНИМ ЗА КРЕТАЊЕ. КАДА КАЖЕМО ДА СЕ КРЕЋЕМО? ЗАШТО СУ НАША КРЕТАЊА РЕЛАТИВНА? КОЈИМ ФИЗИЧКИМ ВЕЛИЧИНАМА СЕ ОПИСУЈЕ КРЕТАЊЕ И КАКВА ТА КРЕТАЊА МОГУ ДА БУДУ?
- УСКОРО ЋЕМО МОЋИ ДА ИСПЛАНИРАМО ВРЕМЕ ПОЛАСКА НА ПУТ И ДА ПРОРАЧУНАМО КОЛИКО ДУГО ЋЕ ТРАЈАТИ НАШЕ ПУТОВАЊЕ. ПОЧИЊЕМО И СА ИЗРАДОМ ПРВИХ ЗАДАТАКА ИЗ ФИЗИКЕ. НАУЧИЋЕМО КАКО ДА ПОСТАВИМО, СЛИКОВИТО ПРИКАЖЕМО И РЕШИМО ФИЗИЧКЕ ПРОБЛЕМЕ РАЗНИХ ТИПОВА.



2.1 МЕХАНИЧКО КРЕТАЊЕ

РЕЛАТИВНОСТ КРЕТАЊА



- механичко кретање
- материјална тачка
- референтно тело
- релативност кретања

Има ли ичег лепшег од путовања? Упознајете нове земље, људе, обичаје. Излазите из своје свакодневнице и улазите у неки други, узбудљивији живот. Неки од вас воле да путују авионом, неки добрим аутомобилом, а неки, ако имају прилике, да путују великим прекоокеанским бродовима. Некада путовање траје дуго, па се мала деца која путују често досађују. Ево, овде на слици, видите малог Ђорђа, који први пут путује возом, а заборавио је свој таблет. Зато током вожње гледа кроз прозор у пределе који промичу поред њега. Ђорђев старији брат Данило седи поред њега и чита књигу из физике, која је његов омиљени предмет у школи. Штавише, Данило је већ освојио неколико медаља у разним такмичењима из физике и математике, а и технике. Управо се спремао за нови пројекат, када га је у томе прекинуо глас његовог млађег брата:



Слика 2.1.1: У возу. Ходајуће дрвеће.

- Батооо, погледај, дрвеће и куће се враћају у Београд, а ми идемо на море! Ако све дрвеће побегне у Београд, неће ништа остати на мору, нећемо имати тамо хлад. Изгорећемо на сунцу!

Видевши колико му се млађи брат уплашио, Данило оставља књигу са стране и са осмехом му каже:

- Не, Ђорђе, куће и дрвеће се не крећу. Ми смо ти који иду ка мору.

- Како се не крећу, када видим кроз прозор да се померају са једне на другу страну!

- Они се, Ђорђе, померају у односу на нас, а не у односу на друго дрвеће, куће и брда. Примети, чим се воз заустави, „зауставља“ се и дрвеће. Исто тако, погледај ове аутомобиле који се крећу на путу поред пруге. Зар ти се не чини да се аутомобили који иду нама у сусрет крећу брже од оних који путују у истом смеру као и воз? И погледај оне птице које лете у истом смеру као што се и ми крећемо. Као да лете спорије када их гледаш одавде.



Слика 2.1.2: Када посматрамо птице у току вожње, чини нам се да лете спорије ако иду у истом

- смеру као и ми.

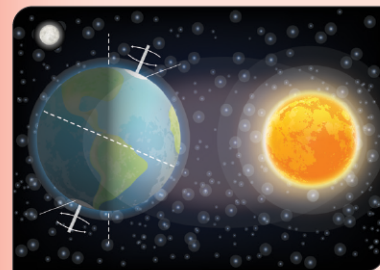


-Вау! - очи млађег брата биле су широм отворене док је покушавао да све оно што је видео повеже са Даниловим речима. Значи, ако би се воз вратио у Београд, онда би дрвеће уместо нас отишло на море?

- Само у односу на воз у коме смо ми, мали брате, само у односу на нас! Све те чека на свом месту, када овај воз стигне на море. Него, знаш да планета на којој живимо иде као луда по свемиру, окреће се око себе и иде са једне стране свемира на други, а ми мислимо да се све ове звезде, као и наше Сунце, окрећу око нас?



Слика 2.1.3Б: Привидно кретање Сунца и Месеца, као и дан и ноћ, последица су ротације Земље око своје осе и око Сунца.



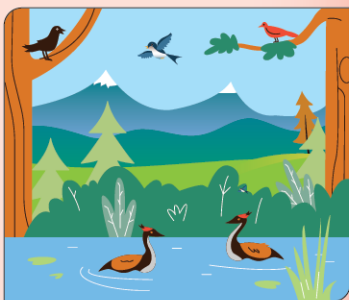
Слика 2.1.3А: Ротација Земље око своје осе и око Сунца.

Поглед и Ђорђе израз лица јасно су дали Данилу до знања да је објашњења малом брату било више него довољно за овај пут.

Хајде сада, на основу ове краће приче, да размотримо неке од најважнијих физичких појмова који се користе у области физике која се бави описивањем кретања физичких тела. Ђорђе примећује да се сви предмети који се налазе у близини воза – кола, дрвеће и куће – померају у односу на њега. Истовремено, његов брат, који седи поред њега, мирује. Кондуктер који проверава карте у возу се креће у односу на путнике. Значи, кажемо да се неко тело креће ако мења своје растојање у односу на неко друго физичко тело, које називамо **референтно тело**. Ђорђе посматра кретање других предмета у односу на седиште на коме седи. За њега је то место референтно тело. Свако посматрано тело има у односу на изабрано референтно тело свој **положај**, а то је најкраће растојање између посматраног и референтног тела.



Слика 2.1.4 : Ако је референтно тело седиште у возу, у односу на њега путници мирују, а кондуктер се креће. А, ако за референтно тело узмемо станицу воза, онда се сви они крећу у односу на њу.



Слика 2.1.5: Када птица прелеће са једног дрвета на друго, можемо је сматрати материјалном тачком. Ако слеће на грану, тада не.

На пример, замислимо пролазак аутомобила кроз раскрсницу. Ако као референтно тело узмемо семафор, положај аутомобила одређујемо као његово растојање од тог семафора.

Слично томе, положај пешака на тротоару можемо одредити у односу на оближње дрво или клупу, који у том случају служе као референтна тела.

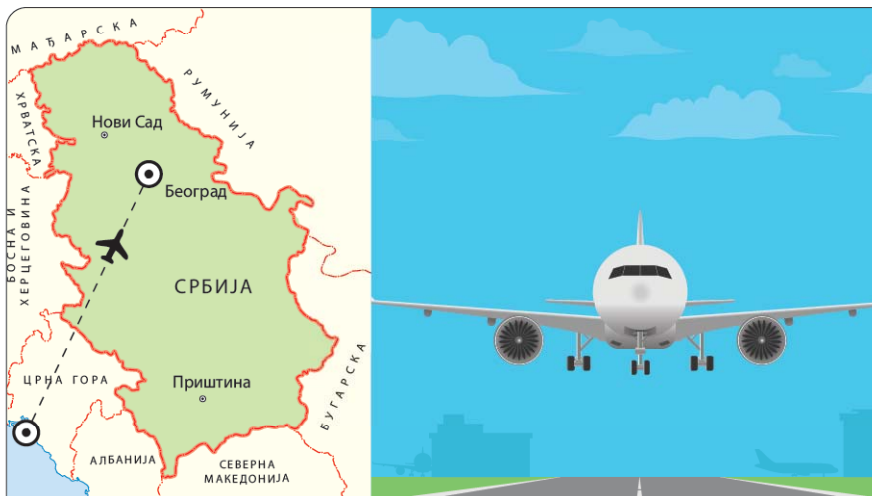
А када Јокић баци тројку на кошаркашком терену, положај лопте можемо посматрати у односу на кош — он је тада референтно тело.

Референтно тело је оно тело у односу на које одређујемо положај посматраног тела у покрету.

Механичко кретање је промена положаја једног тела у односу на неко друго, референтно тело.

Да бисмо описали кретање посматраних физичких тела, није довољно само да уведемо појам референтног тела. За одређивање положаја и промене положаја неког другог тела много је лакше ако можемо да занемаримо димензије тог тела, у односу на растојање између два положаја у којима се оно налазило током свог кретања. На пример, када аутобус иде из једног града у други, његову величину можемо занемарити у односу на растојање између тих градова. Али, када тај исти аутобус улази или излази из своје станице, тада се његова величина не занемарује. Можемо занемарити величину папагаја који лети по соби са ормара до кревета, али то не можемо урадити када описујемо његову шетњу по руци власника.

Физичко тело чије димензије можемо занемарити у односу на растојање међу положајима називамо материјалном тачком.



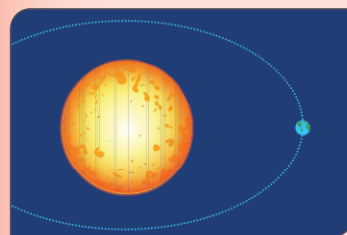
Слика 2.1.6: Док лети између два града авион можемо сматрати материјалном тачком. Приликом слетања на писту – не.

Када желимо да објаснимо промену ноћи и дана, како долази до плиме и осеке, или смену годишњих доба, тада величину Земље не можемо занемарити. Али, ако описујемо кретање Земље у Сунчевом систему, Земљу можемо посматрати као материјалну тачку.

И воз којим Ћорђе и Данило путују можемо сматрати материјалном тачком на путу између мора и Београда.

Вратимо се сада браћи. Ћорђе је имао утисак да се дрвеће креће у односу на њега, зато што се налазио у возу који се креће. Данило мирује у односу на брата. То исто дрвеће мирује у односу на Земљу, али се креће у односу на Месец или Сунце. Да ли ћемо за неко тело рећи да мирује или се креће зависи само од избора референтног тела. Због тога и кажемо да су сва механичка кретања **релативна**. У природи не постоје тела за која можемо да кажемо да апсолутно мирују.

Сва механичка кретања су релативна због начина избора референтног тела.



Слика 2.1.7: Земљу можемо сматрати материјалном тачком на њеном путу око Сунца.



САЗНАЈ ВИШЕ

1905. Алберт Ајнштајн поставио је своју чувену Специјалну теорију релативности. Према овој теорији, показивање часовника касни ако се налази у неком покретном систему (на овој слици то је воз). То кашњење часовника је веће што се дати систем креће брзином која је ближа брзини светлости (највећа брзина која постоји у природи).

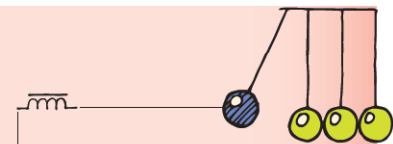
Као што видите, по овој теорији, не само што је кретање релативно него је релативно и само време. За оне који су у покрету дефинитивно пролази спорије. Зато, крећите се да бисте дуго остали млади!



- Када кажемо да се неко тело креће?
- Шта је референтно тело? Навести неки пример за избор референтног тела.
- Шта је материјална тачка? Навести неколико примера где посматрано тело можемо сматрати материјалном тачком?
- Зашто кажемо да су сва кретања релативна? Навести неколико примера којима ћете илустровати релативност кретања.

2.2 ВРЕМЕ, ПУТ, ПУТАЊА

ПОДЕЛА КРЕТАЊА ПРЕМА ОБЛИКУ ПУТАЊЕ



- време кретања
- временски тренутак
- путања
- пређени пут
- праволинијско и криволинијско кретање
- метар
- секунда



ПОДСЕЋАЊЕ

Референтно тело је тело у односу на које одређујемо положај посматраног тела.

Механичко кретање је промена положаја једног тела у односу на неко друго, референтно тело.

Физичко тело чије димензије можемо занемарити у односу на растојања између положаја називамо материјалном тачком.

Сва механичка кретања су релативна због начина избора референтног тела.

Док је путовао возом за Београд, Ђорђе је, осим дрвећа које „бежи“, посматрао и авионе који лете по небу. Иза већине њих остајали су дугачки, бели трагови различитих облика. Неки су били прави, а неки увијени, као делови кружница или спирала. На путу поред пруге било је места на којима је могао да види и трагове аутомобила који остају током кочења. Размишљао је о томе и како ће се на мору играти у песку и како ће лопатицом правити пут за свој камиончић. Једва је чекао да опет гледа глисере који иза себе остављају беле, пенушаве трагове.

Иза многих тела која се крећу остају видљиви трагови, линије, које могу бити праволинијске и криволинијске. Оне нам говоре у којим положајима је било тело током свога кретања. Сва тела описују те линије, само су неке видљиве, а неке не. Те линије, различитих облика, називамо **путањама**.

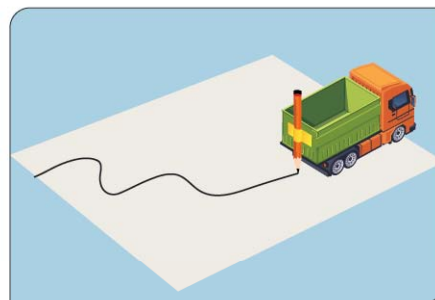
Путања је замишљена или стварна линија коју тело описује током свог кретања.



ОГЛЕД

Путања кретања

За задњи део неког камиончића или аута играчке залепити сејлотепом оловку или хемијску тако да предњим делом додирује подлогу, слика 2.2.1. Затим померати ауто или камиончић по неком великом папиру. Приметимо да иза остаје линија коју исцртава оловка. То је путања или трајекторија.



Слика 2.2.1: Линија коју исписује оловка је путања овог камиончића.

Према облику путање, сва механичка кретања можемо поделити на **праволинијска** и **криволинијска**.

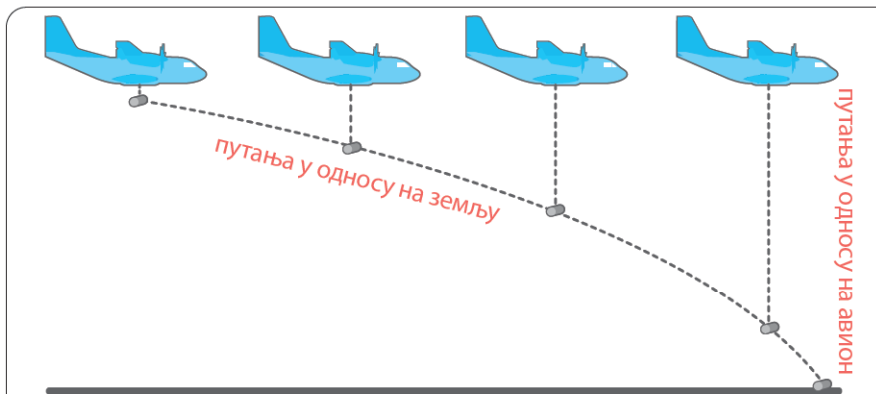


Слика 2.2.2: Део стазе на коме се боб креће: А) праволинијски, Б) криволинијски



Слика 2.2.3: Непосредно након лансирања, ракета се креће А) праволинијски, а затим Б) криволинијски

Не само да су кретања релативна у зависности од избора референтног тела него и сам изглед путање зависи од тог избора. На слици 2.2.4 видимо како изгледа путања тела избаченог из авиона у односу на посматрача са земље и пилота авиона. У односу на авион тело се креће праволинијски, а у односу на земљу криволинијски.



Слика 2.2.4: Изглед путање зависи од избора референтног тела

Да бисмо описали било коју физичку појаву, а не само кретање, користимо физичку величину која се назива **време** или **временски интервал**. Кажемо да је атлетичар од старта до циља стигао за 10 секунди. Невреме је трајало 10 минута. Сат времена путујемо од једног места до другог. Између два изласка Сунца прође један дан, а Земља направи пун круг око Сунца за 365 дана.

Ознака за време је мало латинично слово t . Основна мерна јединица је **секунда**, а ознака мало латинично слово s .

Ако је нека физичка појава трајала 10 секунди, записујемо као $t = 10 \text{ s}$.

У табели 2.2.1 видимо ознаке и називе за још неких мерних јединица које користимо за време и колико пута су веће или мање од основне мерне јединице – секунде.

	← мања		основна мерна јединица	→ већа	
НАЗИВ	МИЛИСЕКУНДА	ЦЕНТИСЕКУНДА	СЕКУНДА	МИНУТ	САТ
ОЗНАКА	ms	cs	s	min	h
БРОЈНА ВРЕДНОСТ У ОДНОСУ НА МЕРНУ ЈЕДИНИЦУ	$\frac{1s}{1000}$	$\frac{1s}{100}$		60 s	3600 s

Табела 2.2.1: Мерне јединице за време.

Сва тела се крећу у простору. То смо закључили у претходној лекцији. Али, тела се крећу и у времену. Ако хоћемо да опишемо кретање тела у простору и времену, радимо за одговарајуће **време кретања** t тог тела. На пример, посматрали смо један минут лет авиона на небу, пет минута спуст скијаша низ падину, 10 секунди када спринтер истрчи од старта до циља. Свако од наведених кретања посматрамо између нека два **временска тренутка**: почетног и крајњег. **Почетни временски тренутак** означаваћемо са t_0 (у индексу је 0), а крајњи временски тренутак са t_k (у индексу је k). Укупно време кретања t рачунамо као разлику крајњег и почетног временског тренутка:

$$t = t_k - t_0$$



Слика 2.2.5: Тркачки аутомобил је у почетном тренутку на старту, а у крајњем на циљу.

САЗНАЈ ВИШЕ

У физици је уобичајеније да време кретања или временски интервал означавамо са Δt , где је Δ грчко слово делта.

$$\Delta t = t_k - t_0$$

Али, у почетку, у нижим разредима, обично се записује само са t , да би ученицима било једноставније да га користе у одговарајућим формулама.

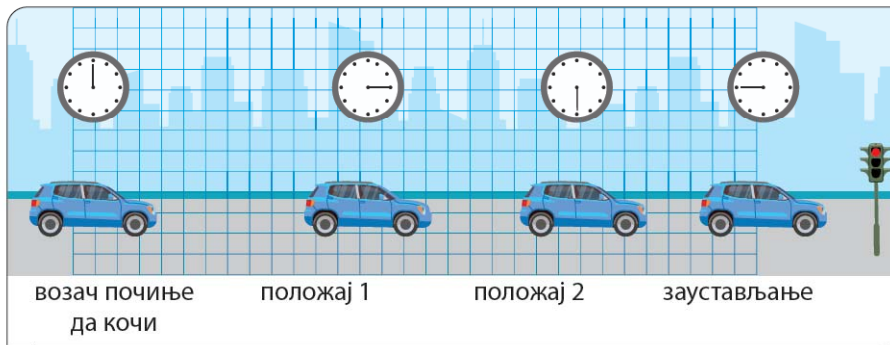
На слици 2.2.5 видимо да је ауто кренуо у тренутку кад је почело мерење времена, па записујемо да је почетни тренутак $t_0 = 0 \text{ min}$. То је тренутак када је ауто кренуо са старта.

Крајњи тренутак, када је ауто стигао на циљ је $t_k = 10 \text{ min}$. Укупно време кретања је

$$t = t_k - t_0 = 10 \text{ min} - 0 \text{ min} = 10 \text{ min}.$$

Временски тренутак нам говори **када** се нешто дешава (на пример, почиње или завршава), а **временски интервал** – **колико траје**. (Када је ауто кренуо, када је стигао на циљ и колико је трајала возња.)

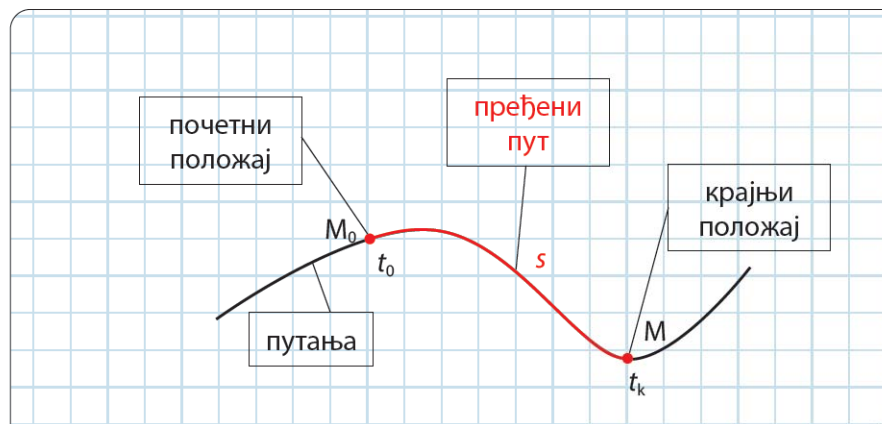
Време кретања једнако је разлици почетног и крајњег временског тренутка.



Слика 2.2.6: Аутомобил кочи испред семафора. Кочење траје 45 секунди.

На слици 2.2.6 видимо четири положаја аутомобила у четири временска тренутка: почетни тренутак, када кочење почиње је $t_0 = 0$ s, а крајњи, када се зауставља, $t_k = 15$ s. За положај 1 везујемо временски тренутак $t_1 = 15$ s, а за положај 2 $t_2 = 30$ s. Колико је време кретања између положаја 1 и 2, а колико између положаја 1 и заустављања аутомобила?

За сваки положај тела током кретања везујемо одговарајући временски тренутак.

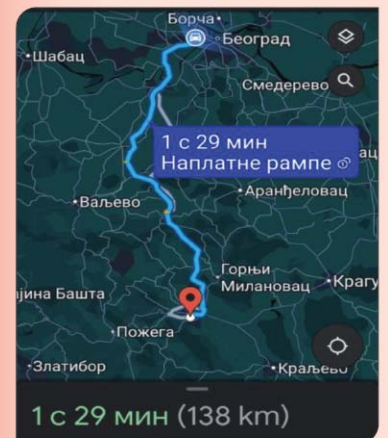


Слика 2.2.7: Црном линијом представљена је путања материјалне тачке. Почетни положај је у тачки M_0 и за тај положај везујемо почетни временски тренутак t_0 , када смо почели да меримо време. Крајњи положај је у тачки M и за њега везујемо крајњи временски тренутак t_k , када престајемо да меримо време кретања. Део путање, које је тело прешло у временском интервалу $t = t_k - t_0$ док смо га посматрали, назива се пређени пут.

На слици 2.2.7 пређени пут је представљен црвеном линијом и означен је малим латиничним словом s .

Пређени пут је део путање између два положаја који је тело прешло у одређеном временском интервалу.

Пређени пут је скаларна физичка величина као и време. Основна мерна јединица за пређени пут је метар, а ознака је мало латинично слово m .



Слика 2.2.8: На слици је приказан пут између Београда и Чачка на Гугл мапи, дужина пута и проценоно време путовања.

	← мања основна мерна јединица → већа				
НАЗИВ	МИЛИМЕТАР	ЦЕНТИМЕТАР	ДЕЦИМЕТАР	МЕТАР	КИЛОМЕТАР
ОЗНАКА	mm	cm	dm	m	km
БРОЈНА ВРЕДНОСТ У ОДНОСУ НА МЕРНУ ЈЕДИНИЦУ	$\frac{1\text{m}}{1000}$	$\frac{1\text{m}}{100}$	$\frac{1\text{m}}{10}$		1000 m

Табела 2.2.2: Мерне јединице за пређени пут.

Да је дужина пута између Београда и Чачка 138 km, записујемо као $s = 138 \text{ km}$, а да пут траје 1 h 38 min, као $t = 1 \text{ h } 38 \text{ min}$ или $t = 68 \text{ min}$. У задацима из физике углавном ће бити потребно да време изразимо у часовима (h) или секундама (s), тако да у поставци задатка пишемо $t = 68 \text{ min} = 4080 \text{ s} = 1,13 \text{ h}$.



- Која је разлика између појмова време кретања и временски тренутак? Навести неку појаву из свакодневнице при чијем описивању користимо ове појмове.
- Када се поклапају бројне вредности временског тренутка и времена кретања?
- Шта је путања, а шта пређени пут? Који од ова два појма је физичка величина?
- Која је основна мерна јединица за време, а која за пређени пут? Навести већу и мању мерну јединицу од ових.
- Како делимо кретања према облику путање? Навести по два примера за сваку врсту кретања.



2.3 БРЗИНА КАО ФИЗИЧКА ВЕЛИЧИНА КОЈОМ СЕ ОПИСУЈЕ КРЕТАЊЕ

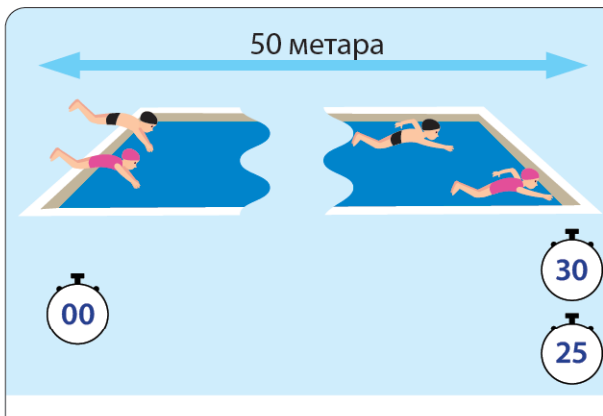


Механичко кретање је промена положаја тела у односу на референтно тело. За почетни и крајњи положај тела везујемо почетни и крајњи временски тренутак. Део путање између та два положаја је пређени пут, а разлика крајњег и почетног временског тренутка је време кретања или временски интервал.

Пређени пут и време кретања су скаларне физичке величине.

Мерна јединица која се најчешће употребљава за време је секунда s или час h , а за пређени пут метар m или километар km .

Осим што воли физику, Данило се бави и спортом, а највише пливањем. Тада му друштво прави његова другарица из разреда Вера. Вера и Данило воле да се такмиче у олимпијском базену. На слици 2.3.1, лево, можете видети њих двоје како скачу у воду и штоперицу њиховог тренера који мери време за које ће препливати базен по дужини (димензије базена су 25 m и 50 m).

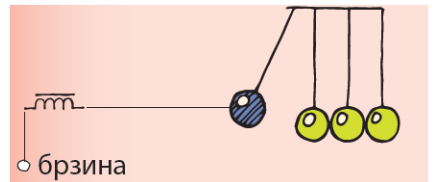


Слика 2.3.1: Такмичење у пливању. Десно видимо штоперицу у тренутку када је свако од пливача стигао до друге стране базена. Приметимо, почетни временски тренутак за оба пливача је исти, док се крајњи временски тренуци разликују.

Пошто је време кретања Данила дуже од времена Вериног кретања, кажемо да је Вера била бржа.



Слика 2.3.2: На свим тркама побеђује онај који је најбржи. Његово или њено време кретања или пролазно време је најкраће за исти пут у односу на остале такмичаре.





САЗНАЈ ВИШЕ

Ознаке за брзину, пређени пут и време, узете су као прва слова следећих латинских речи:

v – *velocitas* (брзина),
 s – *spatium* (простор) и
 t – *tempus* (време).



Слика 2.3.3: Брзина је појам из физике који користимо у свакодневном животу. Говоримо о брзинама којима се крећу аутомобили, бициклисти или тркачи. На слици видимо неке од инструмената за мерење брзине.

Да бисмо описали које тело је брже, уводимо нову физичку величину која се назива **брзина**. Физичка ознака за брзину је мало латинично слово v .

Брзина је бројно једнака количнику пређеног пута и времена кретања.

$$\text{брзина} = \frac{\text{пређени пут}}{\text{време кретања}}$$

Ако сада у горњем изразу све физичке величине заменимо њиховом физичким ознакама, добијамо математичку формулу за брзину:

$$v = \frac{s}{t}$$

Брзина нам говори о томе колики пут ће прећи неко тело за један секунд или један час.

Кажемо: ако тело пређе 10 метара за једну секунду, тада је брзина тог тела $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, а ако пређе 100 километара за један час, брзина је $v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Зато се брзина и дефинише као **пређени пут у јединици времена**.

Из формуле за брзину добијамо и мерне јединице којима изражавамо брзину на следећи начин:

$$[v] = \frac{[s]}{[t]}$$

Брзина се често изражава и у $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, а понекад и у $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$. То су све изведене мерне јединице.



2.3.1: Колика је брзина пливача који преплива 50 метара за 25 секунди?

Пре израде задатка прво треба написати поставку задатка, у којој морамо навести познате физичке величине. У овом случају знамо пређени пут s и време кретања t .

Поставка задатка:

- пређени пут $s = 50 \text{ m}$
- време кретања $t = 25 \text{ s}$

Затим навести физичке величине које треба израчунати. За наш задатак то је брзина пливача v .

Тражи се:

- брзина пливача v ,

У решењу задатка користимо формулу која нам повезује бројне вредности познатих и непознатих физичких величина. Уношењем вредности познатих физичких величина и користећи математичку операцију (производ или количник), рачунамо бројну вредност непознате физичке величине.

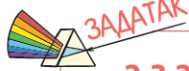
Решење:

- Тражену брзину добијамо из формуле $v = \frac{s}{t}$.

Када у ову формулу, уместо ознака за пређени пут и време кретања, убацимо бројне вредности дате у поставци задатка, добијамо бројну вредност за брзину.

- Брзина пливача је $v = \frac{s}{t} = \frac{50 \text{ m}}{25 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$





2.3.2: Колика је брзина воза који пређе 200 километара за 2 сата?

Поставка задатка:

- пређени пут $s = 200 \text{ km}$
- време кретања $t = 2 \text{ h}$

Тражи се:

- брзина воза v ,

Решење:

- Тражену брзину добијамо из формуле $v = \frac{s}{t}$.

- Брзина воза је $v = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Веза између различитих мерних јединица за брзину

Приметимо да је брзина у првом задатку изражена у $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, а у другом у $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Како су ове две мерне јединице бројно повезане?

Да бисмо нашли ту везу, користимо да је:

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m} \qquad 1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$$

$$1 \text{ m} = \frac{1 \text{ km}}{1000} \qquad 1 \text{ s} = \frac{1 \text{ min}}{60} = \frac{1 \text{ h}}{3600}$$

Користећи дату везу између мерних јединица за пређени пут и време добијамо:

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

исто тако:

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\frac{1 \text{ km}}{1000}}{\frac{1 \text{ h}}{3600}} = \frac{3600}{1000} \frac{\text{km}}{\text{h}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\text{Брзини од } 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ одговара брзина од } 20 \cdot 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}},$$

$$\text{а } 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{36}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



2.3.3: Мрав се шета по ивици стола облика квадрата, чија је страна дужине 40 cm. Ако је време које је протекло од поласка из једне тачке на ивици и враћање у исту 8 секунди, колика је брзина мравца?

Тражену брзину изразити у $\frac{m}{s}$ и $\frac{km}{h}$.

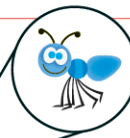
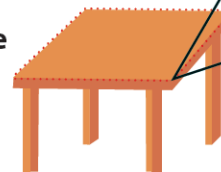
У поставци задатка изразити дату дужину у метрима.

Поставка задатка:

- страница квадрата $a = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$
- време кретања мравца $t = 8 \text{ s}$

Тражи се:

- брзина мравца v ,



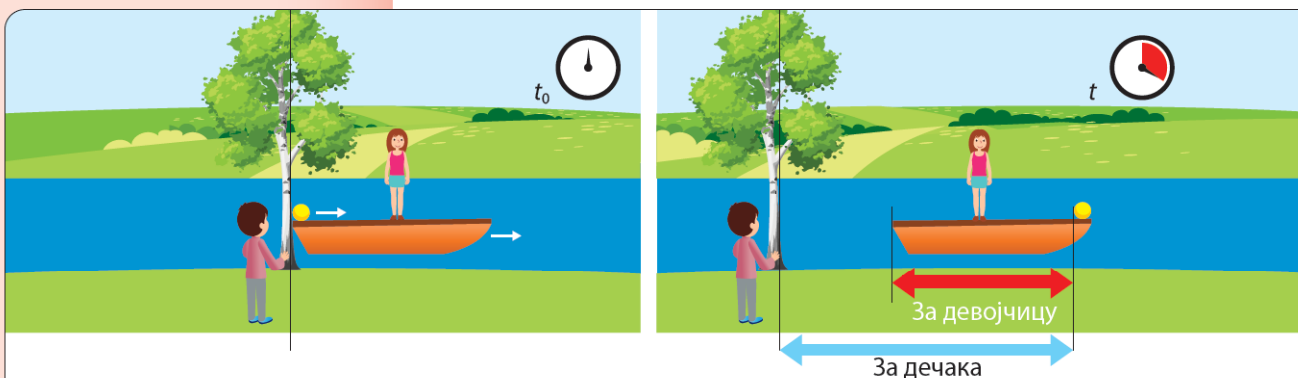
Решење:

- По формули, обим квадрата је $O = 4 \cdot a = 4 \cdot 0,4 \text{ m} = 1,6 \text{ m}$.
- Бројна вредност обима једнака је пређеном путу $s = O = 1,6 \text{ m}$.
- Брзина мравца је $v = \frac{s}{t} = \frac{1,6 \text{ m}}{8 \text{ s}} = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- у $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, тражена брзина је $v = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,2 \cdot 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0,72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

ЗАВИСНОСТ БРЗИНЕ ОД ИЗБОРА РЕФЕРЕНТНОГ СИСТЕМА

Будући да облик путање, а самим тим и пређени пут, зависе од избора референтног тела, тако и сама брзина зависи од тога у односу на које референтно тело описујемо дато кретање. Посматрајмо сада пример који је илустрован на слици 2.3.4, на којој видимо чамац на коме се налази девојчица и лопта која се котрља од задњег ка предњем делу чамца. То све посматра дечак са обале, поред дрвета. У почетном тренутку $t_0 = 0 \text{ s}$ задњи део чамца и лопта се налазе тачно испред дрвета и дечака. За девојчицу је референтно тело задњи део чамца, а за дечака дрво. Када је протекло одређено време, у тренутку t , чамац се одмакнуо низводно, а лопта је доспела до предњег дела чамца.

За дечака на обали, пређени пут лопте је растојање од дрвета до њене нове позиције – то је плава двосмерна стрелица на слици. За девојчицу, пређени пут је краћи – то је растојање од задњег дела чамца до лопте, означено црвеном двосмерном стрелицом.

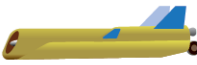


Слика 2.3.4: Зависност пређеног пута и брзине од избора референтног тела.

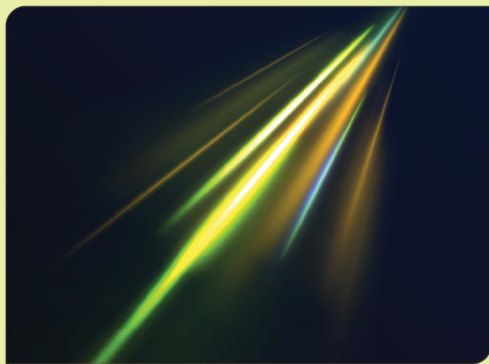


САЗНАЈ ВИШЕ

НЕКЕ КАРАКТЕРИСТИЧНЕ БРЗИНЕ

			
пуж $0,005 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	човек $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	зец $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	птица $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
			
гепард $96 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	тркачки брод $166 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	формула 1 $320 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	
			
брзи воз $515 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	thrust 2 млазни ауто $1019 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	борбени авион $3529 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	

Слика 2.3.5: Неке брзине у природи – од најмањих до највећих.



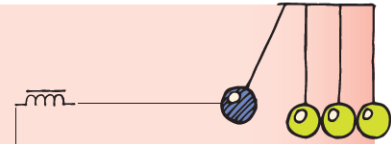
Слика 2.3.6: У нашем свету неоспорни рекорд у брзини држи светлост. Износи тачно $299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$! Ту бројну вредност обично у рачуну заокружљујемо на $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Светлости треба само 1,25 секунди да са Месеца дође до нас, а од Сунца јој треба мало више - 8,31 минут.



- Због чега уводимо појам брзине?
- Како се брзина дефинише?
- Која је формула за брзину?
- У којим мерним јединицама се брзина најчешће исказује?
- Која је веза између $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ и $\frac{\text{km}}{\text{h}}$?

2.4 ПРАВАЦ И СМЕР КРЕТАЊА. БРЗИНА КАО ВЕКТОРСКА ВЕЛИЧИНА

ТРЕНУТНА БРЗИНА



- правац и смер кретања
- тренутна брзина
- векторске и скаларне физичке величине
- вектори



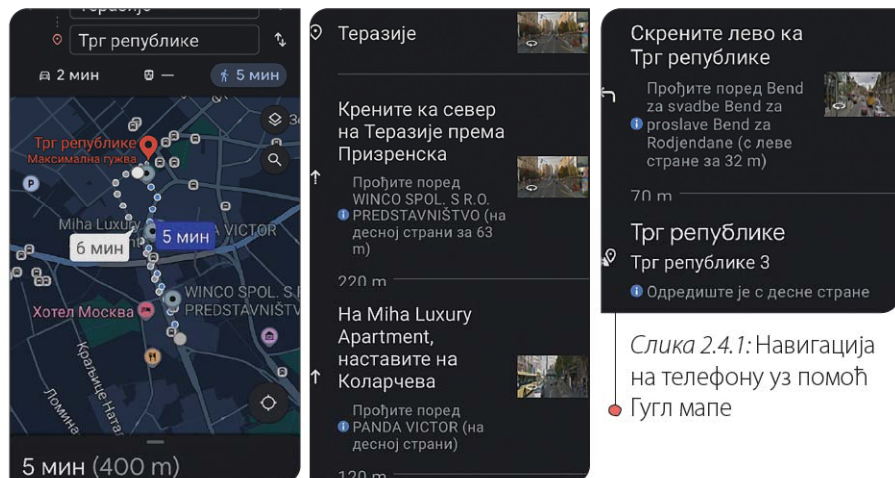
Брзина је физичка величина коју уводимо да бисмо бројно описали кретање тела. Она је бројно једнака количнику пређеног пута s и времена кретања t .

Рачунамо је по формули $v = \frac{s}{t}$.

Мерне јединице у којима најчешће изражавамо брзину су $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ или $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

ПРАВАЦ И СМЕР КРЕТАЊА

Данило често има обичај да своје млађем брату задаје мале задатке које он мора да испуни. Један од њих је да, када иду некуд заједно, пусти њега да уз помоћ навигатора на мобилном телефону сâм нађе пут од једног места до другог. Овог пута, Ђорђе је морао да нађе пут од Теразија до Трга републике. Гугл мапа му је дала два пута као на слици 2.4.1А



А

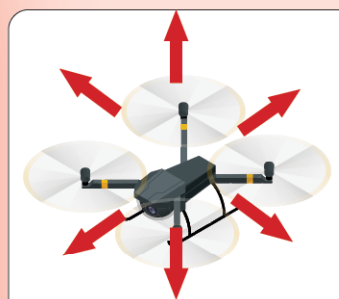
Б

Једним путем стиже на циљ за 5, а другим за 6 минута. Он се одлучује за пут од 5 минута хода, преко Коларчеве. На слици 2.4.1Б видите помоћна упутства како да дође до циља. Првих 340 m иде право, а онда скреће надесно. Навигатор, уз помоћ стрелица, назначавача када идете унапред или уназад, када скрећете налево или надесно. То су све **смерови** кретања.



Правац кретања је права линија по којој се крећете. Сваком правцу кретања одговарају два смера. Ако бисте управљали дроном, морали бисте да водите рачуна и о смеровима нагоре или надоле (слика 2.4.2).

Сва кретања одређена су **правцем и смером кретања**. Правац кретања је права по којој се тело креће у одређеном временском тренутку. Сваком правцу кретања одговарају два смера.



Слика 2.4.2: Дрон може да лети у три правца и шест смерова.



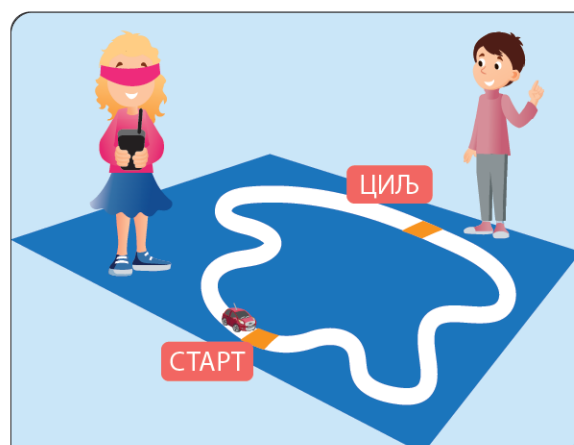
ОГЛЕД

Помози другару да аутић превезе од старта до циља

За овај оглед биће вам потребан један аутомобил на даљинско управљање или може и обичан аутомобил играчке. Узмите тркачку стазу за аутомобиле играчке са којом сте се играли ви или ваша браћа кад сте били мали.

Ако је нисте сачували, можете је нацртати на великом картону или папиру. Облик стазе прилагодите величини аутомобила тако да може да прелази преко ње, слика 2.4.3. Можете да је поставите и тако да има више различитих кривина. Означите на стази траком старт и циљ. Поделите се у тимове. Један од вас у тиму треба да има везане очи, и да помера ауто по стази од старта до циља, док му други члан тима даје упутство како да то ради. Победник је онај тим који за најкраће време аутомобил превезе од старта до циља.

Које речи је ваш саиграч користио како би вам помогао да померате ваш ауто у жељеном правцу и смеру?



Слика 2.4.3: Ко ће везаних очију најбрже аутомобил превести од старта до циља

БРЗИНА КАО ВЕКТОРСКА ВЕЛИЧИНА

Када се Ђорђе вратио кући, похвалио се другарици Анђи да је уз помоћ навигатора прешао 400 m за 5 min.

- Где? – питала га је Анђа
- Између Теразија и Трга републике – са поносом јој је рекао Ђорђе.
- Јеси ли ишао од Теразија ка Тргу републике или од Трга ка Теразијама – хтела је даље да сазна Анђа.

Приметимо, у првој реченици Ђорђе је дао Анђи информацију о томе којом брзином је ишао. (Којом? Израчунајте.)

На прво Анђино питање, Ђорђе одговара у ком правцу је кренуо. Радознала другарица хтела је затим да сазна и у ком смеру је ишао.

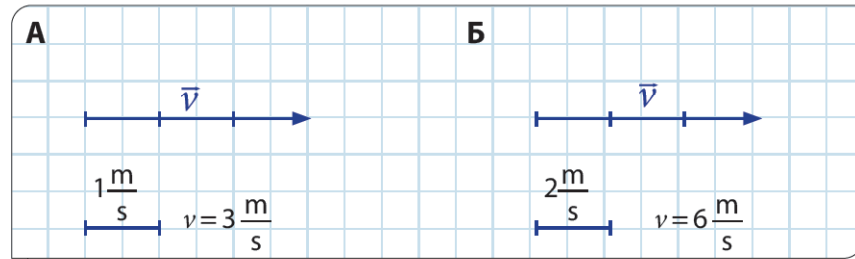
Значи, Ђорђе Анђи даје потпуну информацију о свом кретању, када је навео **бројну вредност брзине** или **интензитет, правац и смер кретања**. Графички се представља стрелицом која је једна усмерена дуж. Такве усмерене дужи називамо векторима. На слици 2.4.4 видимо **вектор** којим представљамо брзину.



Слика 2.4.4: Вектор брзине.



Сам вектор брзине на слици је приказан црвеном бојом. Права на којој вектор лежи је правац, а сам врх стрелице показује смер кретања. Дужина вектора представља бројну вредност или интензитет.



Слика 2.4.5: Како представљамо интензитет вектора преко малих дужи.

Приметимо на слици 2.4.5 да, ако користимо ознаку v , онда њоме означавамо само интензитет брзине. Зато, правилно се пише $v = 3 \frac{m}{s}$, а не $\vec{v} = 3 \frac{m}{s}$. Ако хоћемо изнад датог вектора да означимо да је реч о вектору брзине, тада изнад њега стављамо стрелицу: $\vec{v}$.

Пошто се брзина графички приказује векторима, кажемо да је она **векторска физичка величина**.

Векторске физичке величине су одређене интензитетом (бројном вредношћу), правцем, смером и јединицом мере.

Означавамо их словима изнад којих стављамо стрелицу, на пример $\vec{a}$. Ако говоримо само о интензитету те физичке величине, онда користимо само ознаку, без стрелице изнад: a .

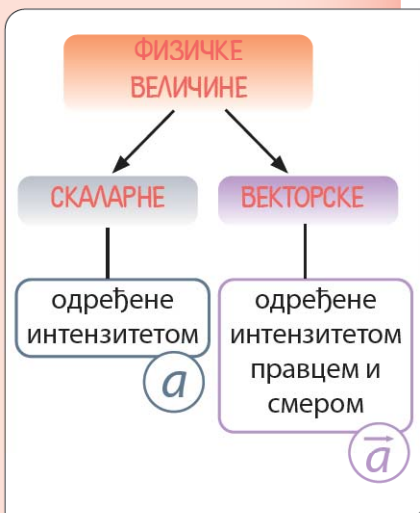
Вектори су усмерене дужи којима се графички представљају векторске физичке величине.

Време и пређени пут су скаларне физичке величине. Све скаларне физичке величине описане су само бројним вредностима. За њих користимо ознаке, без стрелице изнад: a , s , t ...

Скаларне физичке величине су одређене само својом бројном вредношћу и јединицом мере.

Све физичке величине делимо на скаларне и векторске.

За скаларне физичке величине довољно је рећи само бројну вредност да бисмо их описали. На пример, путовање је трајало сат времена или данас је напољу температура 30°C . Тиме смо у потпуности дали информацију о протеклом времену или колико је напољу топло. Нема смисла да говоримо о правцу или смеру времена кретања. Можемо говорити само о правцу и смеру кретања, односно, тренутне брзине.

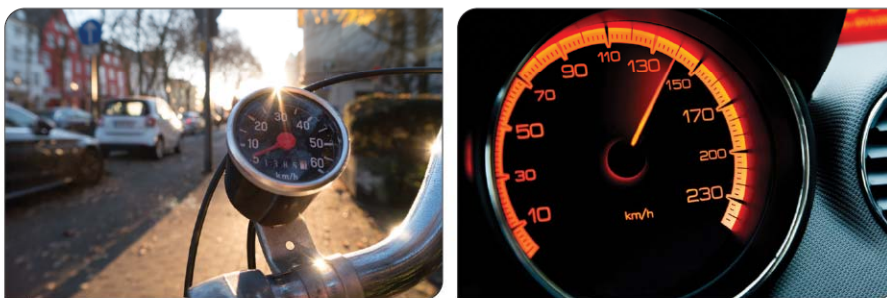


Слика 2.4.6: Подела физичких величина према особинама

ТРЕНУТНА БРЗИНА

Када смо увели појам брзине као физичке величине, дефинисали смо је као количник две скаларне величине пређеног пута и времена: $v = \frac{s}{t}$. У овој лекцији говорили смо о брзини као векторској величини. Која је веза између ове две брзине?

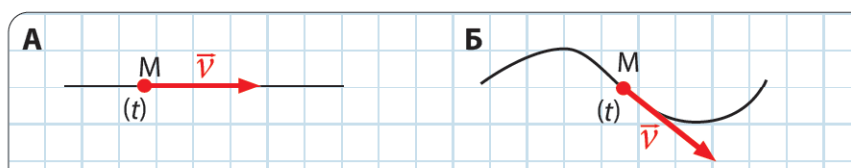
Када говоримо о брзини као векторској величини, онда се то односи на **тренутну брзину**. То је брзина чији интензитет, у сваком временском тренутку, показују брзиномери на аутомобилима или бициклима. Полицајци који су паркирани крај пута читавају на радару тренутне брзине и по потреби заустављају несавесне возаче. Такође, то је брзина коју вам показују саобраћајни знаци са уграђеним радарима и на којима упозоравају возаче да смање брзину ако су је прекорачили.



Слика 2.4.7: На слици видите неке од инструмената за мерење тренутне брзине: брзиномери за аутомобиле или бицикле.

Тренутна брзина $\vec{v}$ је брзина тела у одређеном тренутку времена. Она је векторска физичка величина.

На слици 2.4.9 видите како се графички приказује вектор тренутне брзине у случају када се тело које сматрамо материјалном тачком креће праволинијски и криволинијски.



Слика 2.4.9: Приказивање вектора тренутне брзине $\vec{v}$ за дати положај М материјалне тачке у одређеном тренутку t у два случаја: А) када се креће праволинијски и Б) криволинијски.



- Шта је правац кретања? Колико смерова одговара једном правцу кретања?
- Како делимо физичке величине?
- Шта су скаларне, а шта векторске физичке величине? Навести примере.
- Шта су вектори?

Да ли смо добро записали податак ако стоји: $\vec{v} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

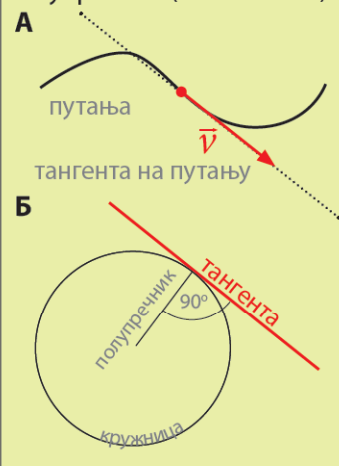


Слика 2.4.8 Контрола брзине у саобраћају. А полицајац са радарским пиштољем Б саобраћајни радар

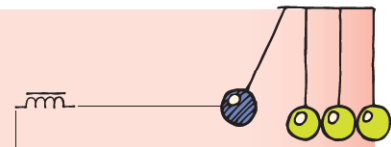


САЗНАЈ ВИШЕ

Када графички приказујемо вектор тренутне брзине у случају кретања тела по криволинијској путањи, цртамо га тако да има правац тангенте на путању (слика 2.4.9А). Појам тангенте сте савладали на часовима математике. Тангента је права која је у свакој тачки кружнице нормална на полупречник (слика 2.4.9Б).



2.5 ПОДЕЛА КРЕТАЊА ПРЕМА БРЗИНИ



- равномерно и неравномерно или променљиво кретање
- дијаграм кретања



Путања је замишљена линија коју тело описује током свог кретања. Према облику путање сва механичка кретања делимо на праволинијска и криволинијска.

Пређени пут s је део путање између два положаја који је тело прешло у одређеном временском интервалу.

Време кретања t једнако је разлици почетног и крајњег временског тренутка.

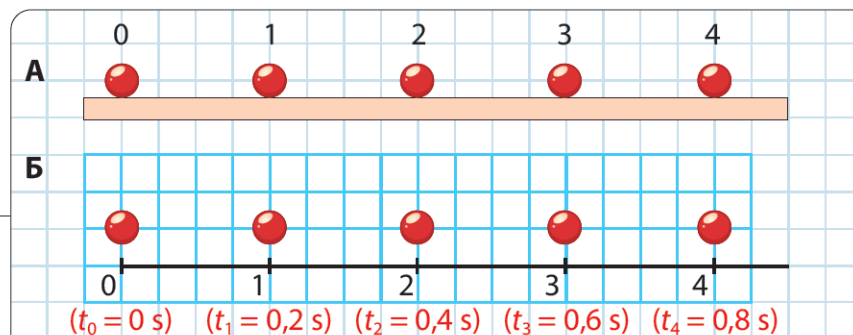
Брзина је бројно једнака количнику пређеног пута и времена кретања. $v = \frac{s}{t}$

Векторске физичке величине су одређене интензитетом (бројном вредношћу), правцем и смером, и јединицом мере.

Вектори су усмерене дужи којима се графички представљају векторске физичке величине.

Тренутна брзина $\vec{v}$ је брзина коју тело има у одређеном тренутку времена. Она је векторска физичка величина.

РАВНОМЕРНО И ПРОМЕНЉИВО ПРАВОЛИНИЈСКО КРЕТАЊЕ



Слика 2.5.1 Равномерно праволинијско кретање куглице са припадајућим дијаграмом кретања.

На слици 2.5.1 приказано је праволинијско кретање куглице. На истој слици, под Б, приказани су сви положаји у којима се куглица налазила током свог кретања. Сваком од положаја придружили смо одговарајући временски тренутак, у којем се она налазила. Овакав начин приказивања кретања назива се **дијаграм кретања**.

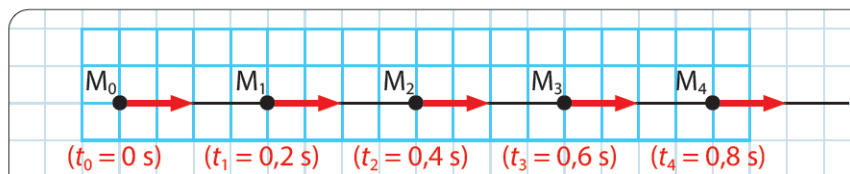
Дијаграм кретања је илустрација кретања тела у којем сваком положају придружујемо одговарајући временски тренутак.

Такође, приметимо да се сви положаји налазе на једнаким растојањима, а време које је протекло између било која два суседна положаја је исто – 0,2 s. Значи, за исто време тело прелази једнаке путеве. Брзина тела се током кретања није мењала.

Ако у једнаким временским интервалима тело прелази једнаке путеве, кажемо да је такво кретање **равномерно**.

Пошто се на слици тело креће по праволинијској путањи, такво кретање је **равномерно праволинијско**.

На слици 2.5.2 приказан је дијаграм кретања на којем је лоптица приказана као материјална тачка. Сваком од положаја придружујемо вектор тренутне брзине. Приметимо да у сваком од положаја вектор брзине има исту дужину, правац и смер.



Слика 2.5.2: Дијаграм равномерно праволинијског кретања материјалне тачке са векторима тренутних брзина у сваком од положаја.

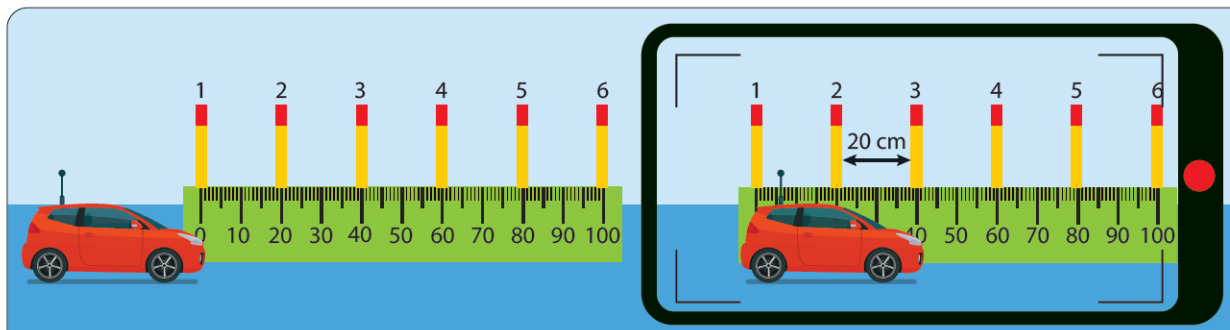
Код равномерно праволинијског кретања тренутна брзина не мења интензитет, правац и смер.



ОГЛЕД

Испитивање равномерно праволинијског кретања

Узмимо електрични ауто на батерије или даљинско управљање. Поставимо испред стазу по којој ће ићи. Са стране, као на слици 2.5.3, поставити лењир са маркерима (1 до 6) на међусобном растојању од 20 cm.

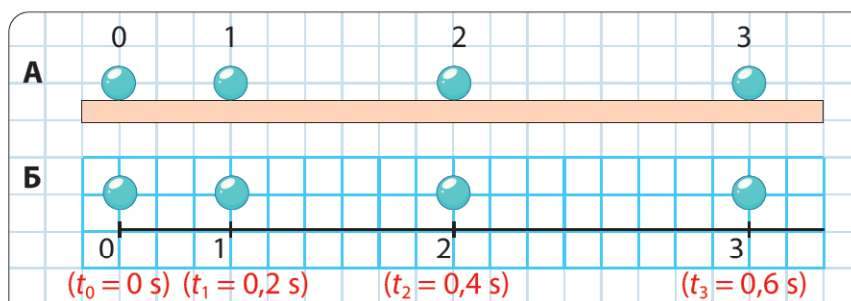


Слика 2.5.3: Демонстрација равномерно праволинијског кретања уз помоћ камере.

Овај експеримент можемо урадити на два начина:

А) Снимамо кретање аута камером дуж целог пута, као на слици. Зауставимо снимак у тренутку када ауто прође поред једног маркера и погледајмо време на камери. То је први временски тренутак. Затим, уочимо време које показује камера када се ауто нашао поред следећег маркера (на слици су то маркери 2 и 3); то је други временски тренутак. Разлика ових времена нам даје време кретања између маркера. Поновимо поступак за свака два суседна пара маркера. На основу забележених временских тренутака приказати дијаграм кретања аута и израчунати брзину кретања.

Б) Поновимо исти експеримент, али овога пута уместо камере користимо хронометар. Постоје штоперице које се активирају на покрет, па би се њима још тачније могао одредити временски тренутак када предњи браник аутомобила пролази поред одређеног маркера. Израчунајте брзину кретања и у овом случају. Колико се времена са снимка подударају са временом читавања са хронометра?



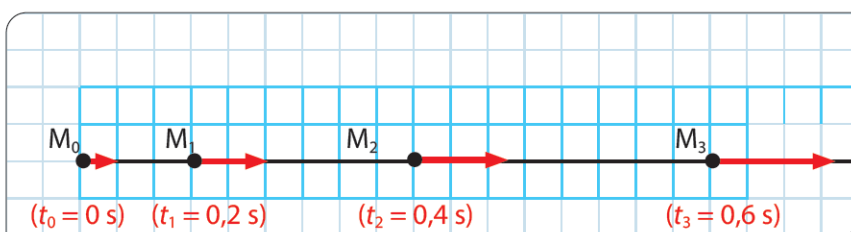
Слика 2.5.4: Променљиво праволинијско кретање куглице са припадајућим дијаграмом кретања.

На слици 2.5.2 приказано је праволинијско кретање куглице. Време проласка између два суседна положаја је исто као на слици 2.5.1Б, тј. 0,2 s.

Међутим, у случају неравномерног кретања растојање између два суседна положаја се мења, тј. за исто време тело прелази различите путеве. Брзина тела се током кретања мења.

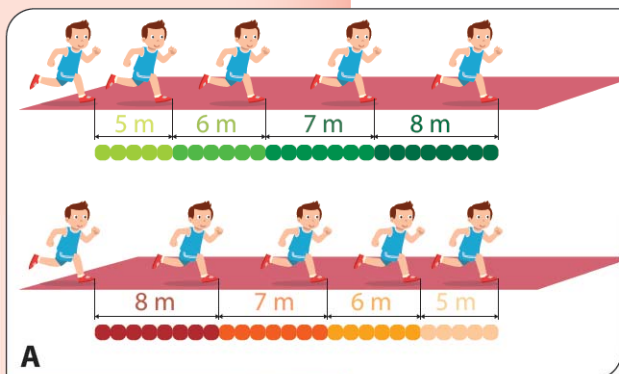
Ако у једнаким временским интервалима тело прелази различите путеве, кажемо да је такво кретање неравномерно или променљиво.

У случају кретања куглице са слике 2.5.4 видимо да куглица за исто време прелази све веће путеве. Прво што можемо да приметимо јесте да јој се тренутна брзина повећава по интензитету, па кажемо да убрзава. На слици 2.5.5 видимо графички приказ овог убрзаног кретања на дијаграму кретања, где куглицу посматрамо као материјалну тачку којој у сваком положају M придружимо вектор тренутне брзине.



Слика 2.5.5: Дијаграм променљивог праволинијског кретања материјалне тачке са векторима тренутних брзина у сваком од положаја.

Приметимо, код приказаног променљиво праволинијског кретања вектор тренутне брзине не мења правац и смер, већ само интензитет.



Слика 2.5.5 А) Кретање тркача на правом делу стазе када убрзава на старту, или се зауставља на циљу је променљиво праволинијско. Б) На првом делу скакаонице скијаш се креће променљиво праволинијски.

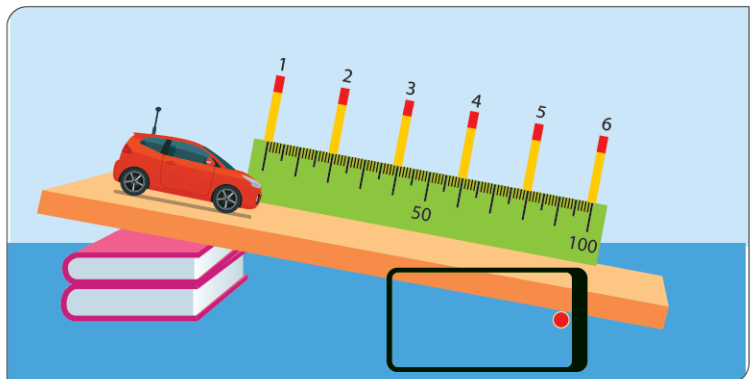




ОГЛЕД

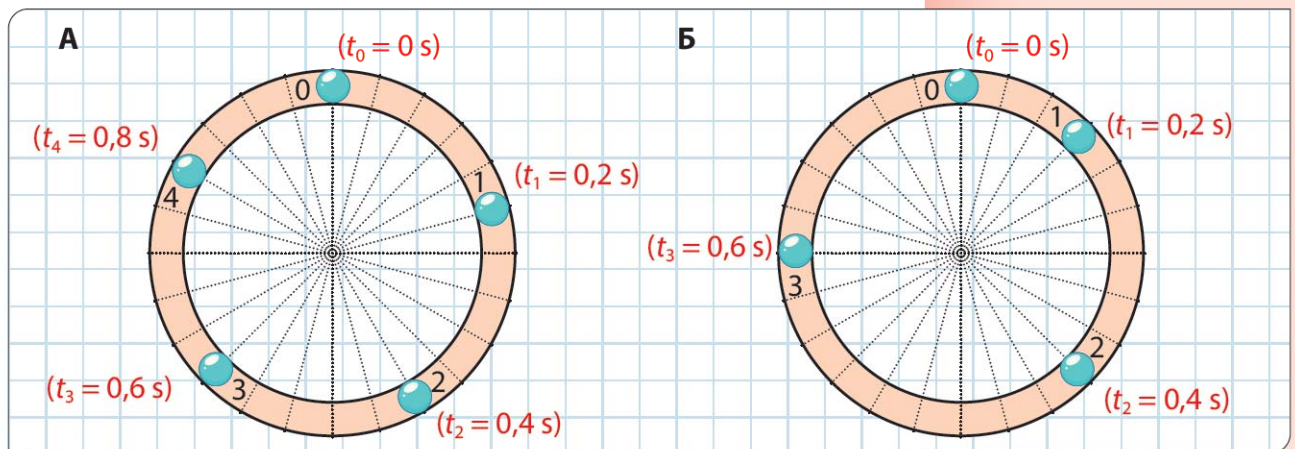
Испитивање променљиво праволинијског кретања

Поставимо неку даску или јачи картон као на слици 2.5.6, тако да буде нагнута у односу на хоризонталу. Нагиб контролишемо бројем књига испод једног краја даске. Са једне стране поставимо лењир са маркерима који смо користили у огледу 1. И овај пут, можемо узети било коју ауто-игračку. За овај оглед такође ћемо користити камеру. Пустимо ауто да се спусти низ даску тако што креће од првог маркера. Сада поновимо поступак као из огледа 1 и прикажимо дијаграм кретања аута. Шта се променило у односу на оглед 1? Како се мења дијаграм кретања, ако повећамо нагиб даске?



Слика 2.5.6: Демонстрација равномерно праволинијског кретања уз помоћ камере.

РАВНОМЕРНО И ПРОМЕНЉИВО КРИВОЛИНИЈСКО КРЕТАЊЕ



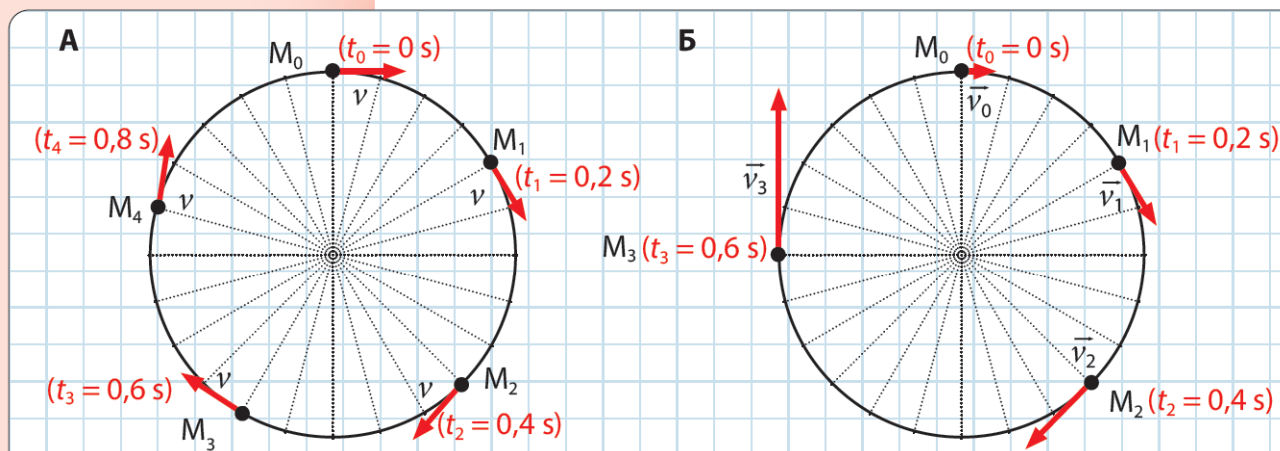
Слика 2.5.7: А) равномерно и Б) променљиво кружно кретање куглице са припадајућим дијаграмом кретања.

На слици 2.5.7 куглица се креће по кружници. На обе слике су положаји у којима је куглица на сваких $0,2 \text{ s}$. Приметимо да су на слици А дужине лукова између два суседна положаја једнаке, а на слици Б различите.

Значи, кретање под А је равномерно, а под Б неравномерно или променљиво.

Пошто кружница спада у криволинијске путање, кажемо да је на слици 2.5.7, под А приказано **равномерно криволинијско**, а под Б **променљиво криволинијско кретање**.

На слици 2.5.8 приказан је дијаграм кретања куглице (коју сматрамо материјалном тачком) и пратимо само кретање њеног центра по кружној путањи.



Слика 2.5.8: Дијаграм криволинијског кретања материјалне тачке са векторима тренутних брзина у сваком од положаја за: А) равномерно и Б) променљиво кретање.

Приметимо да се код равномерног кружног кретања не мења дужина вектора тренутне брзине, а код променљивог кретања мењају се интензитет, правац и смер вектора тренутне брзине.



Слика 2.5.9: Кретање врхова казаљки на часовнику је равномерно криволинијско (кружно).

Кретање аутомобила у кривини, при чему казаљка брзинометра показује увек исту вредност, је равномерно криволинијско. Купачи на воденом тобогану спуштају се променљиво криволинијски.



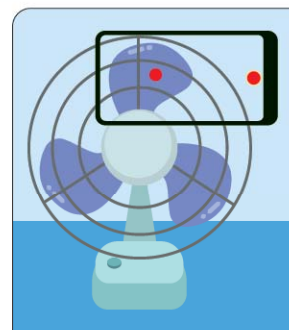
ОГЛЕД

Испитивање равномерно и променљиво кружног (криволинијског) кретања

На елису вентилатора залепимо мали кружић, као што је приказано на слици 2.5.10. Укључимо вентилатор на најмању брзину и сачекајмо да се елисе заврте равномерно. Тада камером снимимо кретање кружића.

На снимку погледамо колико времена прође док кружић пређе сваку четвртину кружнице. Да ли су та времена једнака? Ако јесу, кружић се креће равномерно по кружној путањи. То је пример равномерно кружног кретања материјалне тачке.

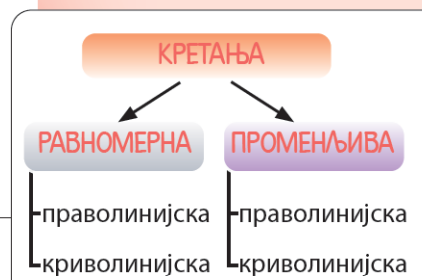
Поновимо оглед, али овог пута укључимо камеру одмах чим се елисе покрену. Погледајмо сада: да ли кружић и у том случају сваку четвртину кружнице прелази за исто време? Ако не, то значи да кретање још није равномерно.



Слика 2.5.10: Демонстрација равномерно и променљиво кружног кретања

Сва **кретања** према интензитету брзине можемо поделити на **равномерна** и **променљива**.

Слика 2.5.11: Подела кретања према брзини и облику путање.



САЗНАЈ ВИШЕ

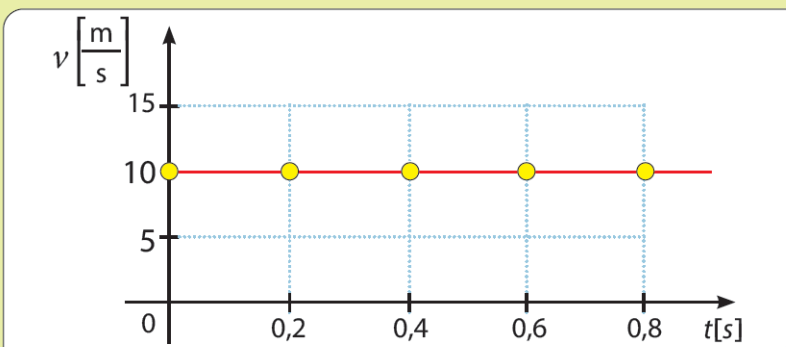
Табеларни и графички приказ зависности брзине од времена при равномерно праволинијском кретању

Нека је растојање између свих положаја на слици 2.5.2 једнако 2 m. Пошто је кретање куглице равномерно праволинијско, значи да ће за сваких 0,2 s куглица прећи пут од два метра. Брзина куглице је $v = \frac{s}{t} = \frac{2 \text{ m}}{0,2 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Та брзина једнака је тренутној брзини кретања. То значи да ће у сваком тренутку времена брзина куглице бити $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Прикажимо сада у табели зависност брзине куглице од времена, са слике 2.5.1.

ВРЕМЕ $t[s]$	0	0,2	0,4	0,6	0,8
БРЗИНА $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	10	10	10	10	10

Табела 2.5.1: Табеларни приказ зависности брзине од времена

Зависност брзине од времена можемо приказати и графички, слика 2.5.12. За графички приказ користимо две узајамно нормалне координатне осе. На хоризонталној оси наносимо бројне вредности за време, а на вертикалној за брзину. Уочимо у табели 2.5.1 да у свакој колони имамо пар – (време, брзина). То су: $(0 \text{ s}, 10 \frac{\text{m}}{\text{s}})$, $(2 \text{ s}, 10 \frac{\text{m}}{\text{s}})$, $(4 \text{ s}, 10 \frac{\text{m}}{\text{s}})$... Сваком од ових парова одговара по једна тачка на графику зависности брзине од времена (на слици 2.5.12 означене су жутом бојом). Када кроз ове тачке повучемо праву (црвена боја на слици 2.5.12), видимо да је она паралелна са временском осом и да је њен почетак у $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Дата права представља графички приказ зависности брзине од времена, за разматрано кретање куглице.

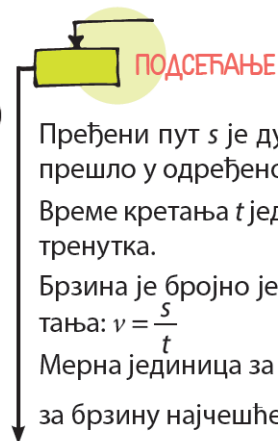
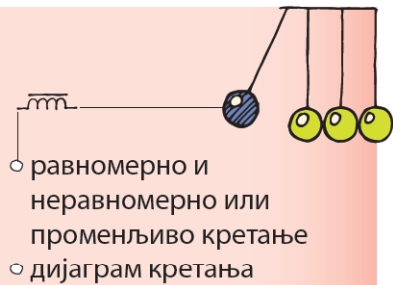


Слика 2.5.12: Графички приказ зависности брзине од времена.



- Како кретања делимо према облику путања, а како према брзинама?
- Када кажемо да су кретања равномерна, а када да су неравномерна или променљива?
- Какав је вектор тренутне брзине при равномерно праволинијском кретању?
- Шта се мења код тренутне брзине при променљиво праволинијском кретању? Навести пример за дато кретање.
- Шта се мења код тренутне брзине при равномерно праволинијском кретању? Навести пример за дато кретање.
- Шта се мења код тренутне брзине при променљиво праволинијском кретању? Навести пример за дато кретање.

2.6 ОДРЕЂИВАЊЕ ПРЕЂЕНОГ ПУТА И ВРЕМЕНА ПРИ РАВНОМЕРНО ПРАВОЛИНИЈСКОМ КРЕТАЊУ



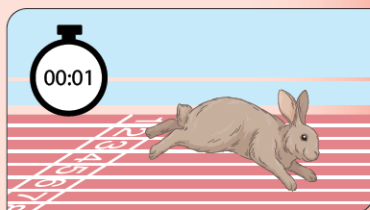
Пређени пут s је дужина путање између два положаја који је тело прешло у одређеном временском интервалу.

Време кретања t једнако је разлици почетног и крајњег временског тренутка.

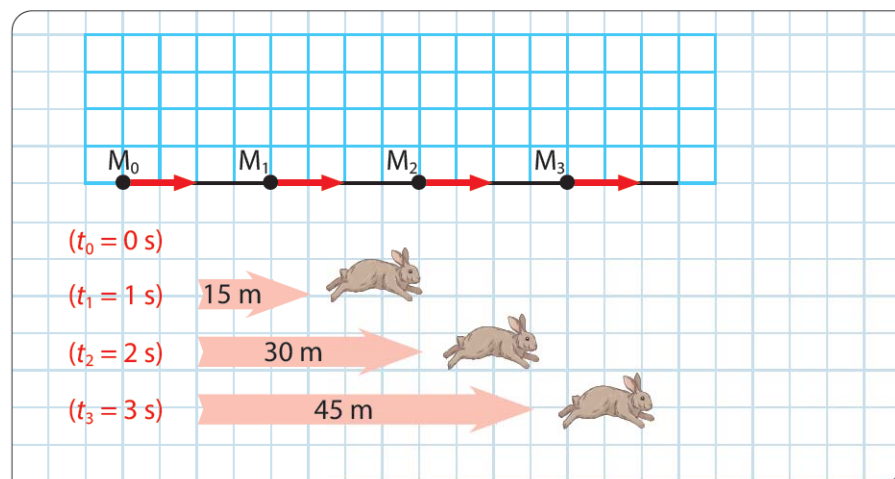
Брзина је бројно једнака количнику пређеног пута и времена кретања: $v = \frac{s}{t}$

Мерна јединица за пређени пут је метар (m), за време секунда (s), а за брзину најчешће користимо $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ или $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Посматрајмо сада зеца на атлетској стази. Нека је прошао кроз старт брзином $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ и наставио да се креће праволинијски ка циљу. На слици 2.6.2 видимо дијаграм кретања зеца, а стрелицама испод су означени пређени путеви до одређених тренутака времена.



Слика 2.6.1: Зец пролази преко стартне линије.



Слика 2.6.2: Како се пређени пут мења током времена. Брзина зеца је $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

На слици 2.6.2 видимо да бројна вредност пређеног пута расте с временом. **Две физичке величине су сразмерне** када при **повећању** бројне вредности једне **расте** бројна вредност друге физичке величине. Кажемо да је пређени пут сразмеран времену кретања за исту вредност брзине.

Пређени пут је сразмеран времену кретања за исту вредност брзине.



Да је пређени пут сразмеран, можемо видети и из формуле за зависност пређеног пута од времена која следи из дефиниције брзине $v = \frac{s}{t}$:

$$s = v \cdot t$$

пређени пут = брзина · време кретања



2.6.1: Колики пут ће прећи аутомобил за три сата, ако иде ауто-путем брзином $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?

Поставка задатка:

- време кретања $t = 3 \text{ h}$
- брзина $v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Тражи се:

- пређени пут s ,

Решење:

- Из формуле за пређени пут добијамо да је:

$$s = v \cdot t = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 3 \text{ h} = 300 \text{ km}$$

- Аутомобил је прешао 300 km.



2.6.2: Двојица бициклиста крећу у вожњу. Први вози 15 минута, брзином $16 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, а други 10 минута, брзином $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Који је од њих двојице прешао дужи пут?

У овом задатку физичке величине су дате у различитим мерним јединицама. Да бисмо их упоредили, морају бити изражене у истим мерним јединицама. За првог бициклисту време је дато у минутама, а брзина у $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Зато ћемо време изразити, већ у поставци задатка, у часовима. За другог бициклисту време је дато у минутама, а брзина у $\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Зато ћемо за њега време изразити у секундама.

Поставка задатка:

- време кретања првог бициклисте $t_1 = 15 \text{ min} = 0,25 \text{ h}$
- брзина $v_1 = 16 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- време кретања другог бициклисте $t_2 = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$
- брзина $v_2 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Решење:

- Пређени пут првог бициклисте је:

$$s_1 = v_1 \cdot t_1 = 16 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 0,25 \text{ h} = 4 \text{ km}$$

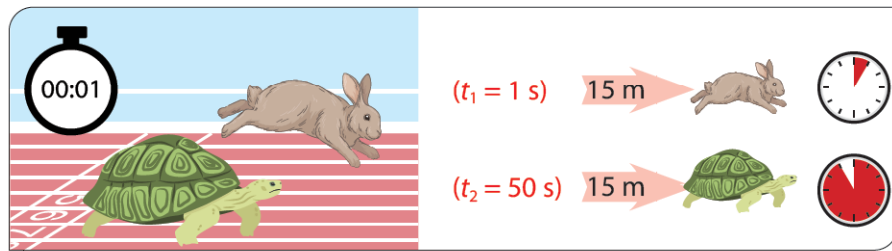
- Други бициклиста прешао је:

$$s_2 = v_2 \cdot t_2 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 600 \text{ s} = 3000 \text{ m} = 3 \text{ km}$$

- Први бициклиста је прешао дужи пут.



Нека сада, као у басни, преко стартне линије, истовремено са зецом, пређе и корњача, брзином $0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Док зец претрчи растојање од 15 m за једну секунду, корњачи треба 50 s да пређе исти пут.



Слика 2.6.3: Зависност времена кретања од брзине.

На слици 2.6.3 видимо да је време кретања дужи када је брзина мања, а краће када је брзина већа — ако је пут исти. Кажемо да је време кретања обрнуто сразмерно пређеном путу. **Две физичке величине су обрнуто сразмерне** када при **повећању** бројне вредности једне бројна вредност друге величине **опада**.

Време кретања обрнуто је сразмерно брзини, за исти пређени пут.

Да је време кретања обрнуто сразмерно брзини, можемо видети и из формуле за зависност времена кретања од брзине која следи из дефиниције брзине, $v = \frac{s}{t}$:

$$t = \frac{s}{v}$$

време кретања = $\frac{\text{пређени пут}}{\text{брзина}}$.

ПОДСЕЋАЊЕ

МАТЕМАТИКА

а) количник

Ако је $c = \frac{a}{b}$ тада је $a = b \cdot c$
и $b = \frac{a}{c}$.

б) двоструки разломак

$$\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{a \cdot d}{b \cdot c}$$

ЗАДАТАК

2.6.3: Свемирска ракета је лансирана брзином $40 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. За које време ће се наћи на висини од 1,2 km од места лансирања, ако сматрамо да се кретала равномерно праволинијски за све време кретања?

Поставка задатка:

- брзина $v = 40 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, • пређени пут $s = 1,2 \text{ km}$

Тражи се:

- Време кретања t ,

Решење:

- Из формуле за време кретања добијамо:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1,2 \text{ km}}{40 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = \frac{1,2 \text{ km} \cdot \text{s}}{40 \text{ km}} = 0,3 \text{ s}$$

- Тражено време је 0,3 s.



$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow \frac{\text{пређени пут } s = v \cdot t}{\text{време кретања } t = \frac{s}{v}}$$



САЗНАЈ ВИШЕ

Табеларни и графички приказ зависности пређеног пута од времена при равномерно праволинијском кретању

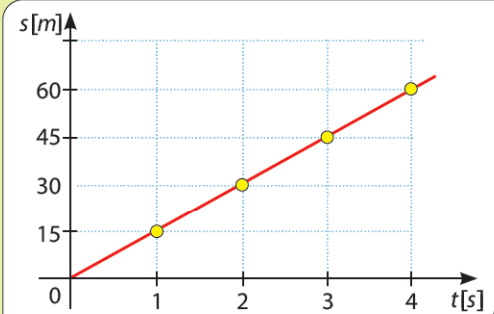
Прикажимо сада зависност пређеног пута зеца са слике 2.6.2 од времена, табеларно и графички. Брзина зеца је $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

ВРЕМЕ $t[\text{s}]$	0	1	2	3	4
ПРЕЂЕНИ ПУТ $s[\text{m}]$	0	15	30	45	60

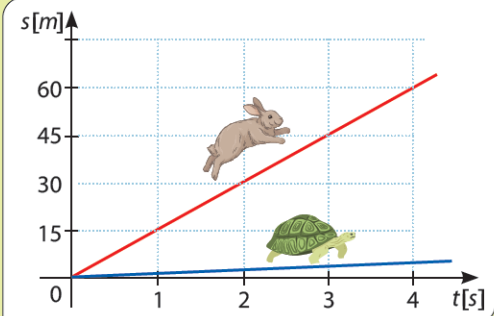
Табела 2.6.1: Табеларни приказ зависности пређеног пута од времена.

Зависност пређеног пута од времена можемо приказати и графички, слика 2.6.4. На хоризонталној оси наносимо бројне вредности за време, а на вертикалној за пређене путеве. У свакој колони табеле 2.6.1 имамо парове (време, пређени пут). То су: $(0 \text{ s}, 0 \text{ m})$, $(1 \text{ s}, 15 \text{ m})$, $(2 \text{ s}, 30 \text{ m})$... Сваком од ових парова одговара по једна тачка на графику зависности пређеног пута од времена. Када кроз све ове тачке провучемо праву, видимо да је она нагнута под неким углом у односу на хоризонталну осу. Дата права представља графички приказ пређеног пута од времена.

Ако бисмо за исте бројне вредности подељака на хоризонталној и вертикалној оси нанели график зависности брзине корњаче од времена, добили бисмо праву (плава боја на слици 2.6.5), која је под знатно мањим углом нагнута према хоризонталној оси у односу на црвену линију.



Слика 2.6.4: График зависности пређеног пута од времена.

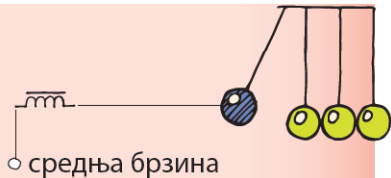


Слика 2.6.5: Упоредивање два графика зависности пређеног пута од времена. Што је права стрмија, тело се креће већом брзином.



- Када кажемо да су две физичке величине сразмерне, а када да су обрнуто сразмерне?
- По којој формули рачунамо пређени пут у зависности од брзине и времена кретања?
- Како пређени пут зависи од времена при непромењеној брзини кретања? Наведи пример.
- По којој формули рачунамо време кретања у зависности од брзине и пређеног пута?
- Како време кретања зависи од брзине при непромењеном пређеном путу? Наведи пример.
- Да ли је исправно ако у формули $s = v \cdot t$, брзину изразимо у $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, а време у секундама?

2.7 СРЕДЊА БРЗИНА И ПРОМЕНЉИВО КРЕТАЊЕ



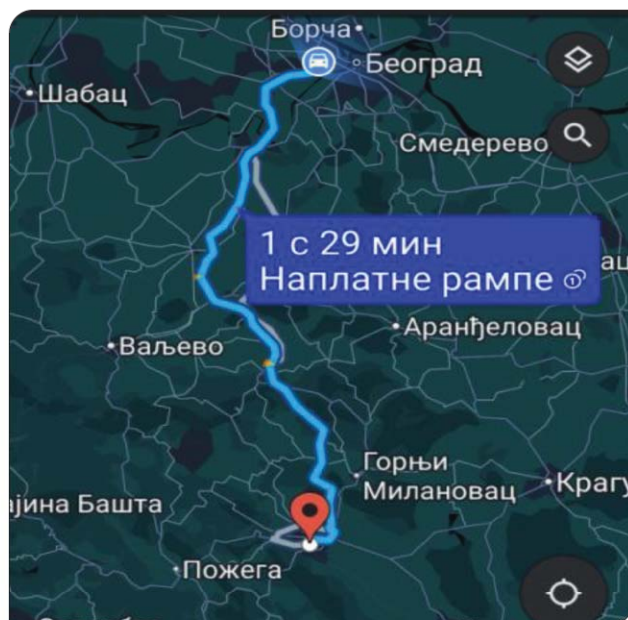
Сва кретања према брзини можемо поделити на равномерна и променљива.

Када тело у једнаким временским интервалима прелази једнаке путеве, кажемо да је такво кретање равномерно, а када прелази различите, онда је неравномерно или променљиво.

Тренутна брзина $\vec{v}$ је брзина коју тело има у одређеном тренутку времена. Она је векторска физичка величина.

Векторске физичке величине су одређене интензитетом (бројном вредношћу), правцем и смером, а скаларне само бројном вредношћу.

Вратимо се поново слици 2.2.8 са Гугл мапе, из лекције 2.2.



На слици је процењено време које је потребно да би се аутом прешао пут од Београда до Чачка. Укупно време је приближно 1,5 h, а дужина пута 138 km. Ако би ишао тако да му је тренутна брзина (у сваком тренутку времена) $v = \frac{138 \text{ km}}{1.5 \text{ h}} = 92 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, стигао би, заиста, за сат и по времена. Али, из искуства знамо да се бројна вредност тренутне брзине аутомобила током пута мења. На раскрсницама или наплатним рампама ће успорити или се зауставити. На ауто-путу ће повећати брзину кретања. Значи, кретање аутомобила је променљиво. Такву врсту кретања не можемо да опишемо тренутном брзином, као што смо то могли код равномерно праволинијског кретања. Да бисмо описали променљиво кретање, ево нове скаларне величине која може да помогне – то је **средња брзина**. Означавамо је са v_{sr} .



Средња брзина бројно је једнака количнику укупног пута – s_u и укупног времена кретања – t_u .

$$v_{sr} = \frac{s_u}{t_u}$$

$$\text{средња брзина} = \frac{\text{укупан пут}}{\text{време кретања}}$$

Значи, израчуната брзина од $92 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ је средња брзина.

Средња брзина, као и тренутна, најчешће се изражава у $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ или $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

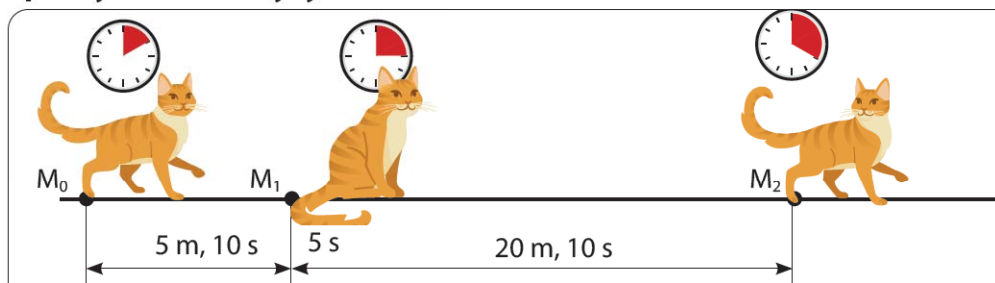
Напомена: Ако би возач застао у неком граду, на пример у Љигу, да попије кафу, онда се у његово укупно време рачуна и то време мировања! Узмимо да је пауза у Љигу трајала пола сата. Тада би његово укупно време кретања било два сата, а средња брзина би у том случају била $v = \frac{138 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 69 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.



Слика 2.7.1:
Пауза у Љигу.



2.7.1: Мачак је прешао пут од 5 метара за 10 секунди, затим је стајао 5 секунди у месту, па је за следећих 10 секунди прешао пут од 20 метара. Наћи средњу брзину мачка на путу.



Слика 2.7.2: Променљиво кретање мачка.

Поставка задатка:

- За први временски интервал $t_1 = 10 \text{ s}$, пређени пут је $s_1 = 5 \text{ m}$
- За други временски интервал, време мировања, $t_2 = 5 \text{ s}$, пређени пут је $s_2 = 0 \text{ m}$
- За временски интервал $t_3 = 10 \text{ s}$, пређени пут је $s_3 = 20 \text{ m}$

Тражи се:

- средња брзина v_s

Решење:

- укупни пређени пут је $s_u = s_1 + s_2 + s_3 = 5 \text{ m} + 0 \text{ m} + 20 \text{ m} = 25 \text{ m}$,
- време кретања је $t_u = t_1 + t_2 + t_3 = 10 \text{ s} + 5 \text{ s} + 10 \text{ s} = 25 \text{ s}$,
- средња брзина је

$$v_s = \frac{s_u}{t_u} = \frac{25 \text{ m}}{25 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



2.7.2: Мотоциклиста се креће пола сата брзином $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, а затим сат и по времена брзином $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Колики укупан пут је прешао и колика је средња брзина на том путу?

Поставка задатка:

- први временски интервал $t_1 = 0,5 \text{ h}$,
- брзина којом се мотоциклиста креће у првом временском интервалу $v_1 = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,
- други временски интервал $t_2 = 1,5 \text{ h}$,
- брзина којом се мотоциклиста креће у другом временском интервалу $v_2 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,

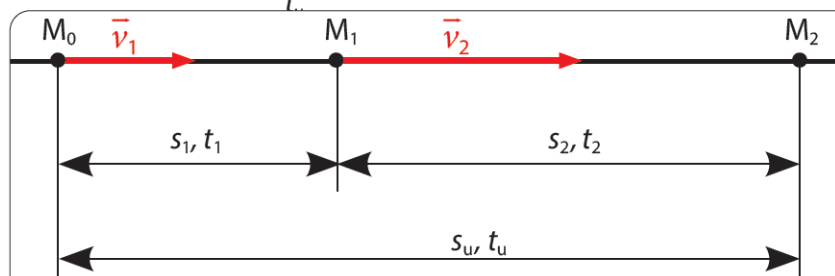
Тражи се:

- укупни пређени пут s_u
- средња брзина v_{sr}

Решење:

- У овом задатку се користе две формуле: једна – за пређени пут при равномерно праволинијском кретању $s = v \cdot t$, а друга – за средњу брзину, $v_{sr} = \frac{s_u}{t_u}$.

- пут који мотоциклиста пређе за време $t_1 = 0,5 \text{ h}$ је $s_1 = v_1 \cdot t_1 = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 0,5 \text{ h} = 20 \text{ km}$,
- пут који мотоциклиста пређе за време $t_2 = 1,5 \text{ h}$ је $s_2 = v_2 \cdot t_2 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 1,5 \text{ h} = 120 \text{ km}$,
- укупни пређени пут је $s_u = s_1 + s_2 = 20 \text{ km} + 120 \text{ km} = 140 \text{ km}$,
- време кретања је $t_u = t_1 + t_2 = 0,5 \text{ h} + 1,5 \text{ h} = 2 \text{ h}$,
- средња брзина је $v_{sr} = \frac{s_u}{t_u} = \frac{140 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.



Слика 2.7.3: Илустрација кретања мотоциклисте. Приметимо да се укупан пут s_u састоји из два дела. Први прелази брзином v_1 , а други брзином v_2 . Између положаја означавамо пређене путеве s_1, s_2 и временске интервале t_1, t_2 .

Приметимо: док је тренутна брзина $\vec{v}$ векторска, средња брзина v_{sr} је скаларна физичка величина. Ове две физичке величине једнаке су по бројној вредности само при равномерно праволинијском кретању.



- Зашто уводимо појам средње брзине?
- Како се дефинише средња брзина и у којим мерним јединицама се изражава?
- Да ли је средња брзина скаларна или векторска величина?
- Када неко тело, крећући се променљиво, застане у некој тачки путање између почетног и крајњег положаја, да ли онда и време мировања у тој тачки улази у укупно време код рачунања средње брзине тога тела?
- Када средња и тренутна брзина кретања имају исте бројне вредности?





САЖЕТАК

- **Референтно тело** је тело у односу на које одређујемо положај посматраног тела.
- **Механичко кретање** је промена положаја једног тела у односу на неко друго, референтно тело.
- **Материјална тачка** је физичко тело чије димензије можемо занемарити у односу на растојање међу положајима.
- Сва механичка кретања су **релативна** због начина избора референтног тела.
- **Путања** је замишљена линија коју тело описује током свог кретања.
- Према облику путање, кретања делимо на **праволинијска** и **криволинијска**.
- **Временски тренутак** нам каже када се нека физичка појава одвија, а **време** – колико та појава траје.
- За почетни и крајњи положај тела везујемо **почетни** и **крајњи временски тренутак**. Део путање између та два положаја је **пређени пут** s , а разлика крајњег и почетног временског тренутка је **време кретања** или **временски интервал** t .
- Сва кретања одређена су **правцем** и **смером кретања**. Правац кретања је права по којој се тело креће у одређеном временском тренутку. Сваком правцу кретања одговарају два смера.
- Све физичке величине делимо на **скаларне** и **векторске**.
- **Векторске физичке величине** су одређене **интензитетом** (бројном вредношћу), **правцем**, **смером** и **јединицом мере** (мерном јединицом).
- Означавамо их словима изнад којих стављамо стрелицу, на пример $\vec{a}$. Ако говоримо само о интензитету те физичке величине, онда користимо само ознаку, без стрелице изнад: a .
- **Вектори** су усмерене дужи којима се графички представљају векторске физичке величине.
- **Скаларне физичке величине** су одређене само својом бројном вредношћу и јединицом мере (мерном јединицом).
- Пређени пут и време кретања су скаларне физичке величине. Мерна јединица која се најчешће употребљава за време је **секунда** (s) или **час** (h), а за пређени пут **метар** (m) или **километар** (km).
- Брзина v је физичка величина коју уводимо да бисмо бројно описали кретање тела. Она је бројно једнака количнику пређеног пута s и времена кретања t . Рачунамо је по формули: $v = \frac{s}{t}$. Мерне јединице у којима најчешће изражавамо брзину су $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ или $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.
- **Тренутна брзина** $\vec{v}$ је брзина коју тело има у одређеном тренутку времена. Она је векторска физичка величина.



- Према брзини v , сва кретања можемо поделити на **равномерна** и **променљива**. При равномерним кретањима тело прелази једнаке путеве за исто време, а у неравномерним – различите.
- **Средња брзина** v_{sr} је физичка величина коју уводимо да опишемо променљиво кретање. Рачунамо је као количник пређеног пута s_u и укупног времена кретања t_u .
$$v_{sr} = \frac{s_u}{t_u}$$
- Средња брзина је скаларна физичка величина.
- Пређени пут је сразмеран времену кретања за исту вредност брзине: $s = v \cdot t$
- Време кретања обрнуто је сразмерно брзини за исти пређени пут: $t = \frac{s}{v}$
- Дијаграм кретања је илустрација кретања тела у којем сваком положају придружујемо одговарајући временски тренутак.



ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

1. Које од следећих физичких појава спадају у механичка кретања:
 - а) испаравање воде,
 - б) загревање тела,
 - в) њихање љуљашке,
 - г) таласи на води?

2. Који од наведених појмова су физичке величине:
 - а) пређени пут,
 - б) путања,
 - в) референтно тело,
 - г) брзина?

3. Који од наведених појмова је векторска физичка величина:
 - а) време,
 - б) средња брзина,
 - в) тренутна брзина,
 - г) пређени пут?

4. Одговори са ПОВЕЋАВА, СМАЊУЈЕ или НЕ МЕЊА
 - а) Када расте бројна вредност времена, тада се бројна вредност пређеног пута, при непромењеној брзини, _____
 - б) Када расте бројна вредност времена, тада се бројна вредност тренутне брзине, при равномерно праволинијском кретању, _____
 - в) Када расте бројна вредност брзине, тада се бројна вредност времена, при непромењеном пређеном путу, _____

5. Који од наведених исказа је тачан? (заокружи тачан одговор)
 - а) Путања је део пређеног пута.
 - б) Положај посматраног тела одређујемо у односу на референтно тело.
 - в) Да ли се тело креће или не зависи у односу на посматрану материјалну тачку.
 - г) Средња брзина је векторска физичка величина.



6. Допуни следеће реченице појмовима: **пут, путања, брзина, време кретања, временски тренутак, јединица времена, пређени пут, материјална тачка, референтно тело.**

а) _____ је део _____ које тело пређе у посматраном интервалу времена.

б) _____ једнако је разлици _____.

в) Тело у односу на које одређујемо положај посматраног тела називамо _____.

г) Тело чије димензије можемо занемарити у односу на пређени пут називамо _____.

д) _____ је бројно једнака _____ у _____.

7. Сваку физичку величину повежи са одговарајућом мерном јединицом или јединицама.

а) пређени пут _____

1) s

4) ms

б) време кретања _____

2) m

5) $\frac{m}{s}$

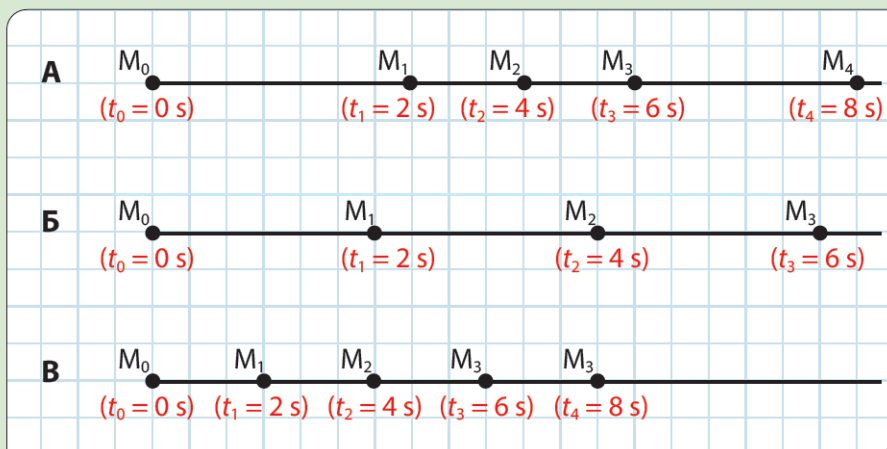
в) временски тренутак _____

3) km

6) $\frac{km}{h}$

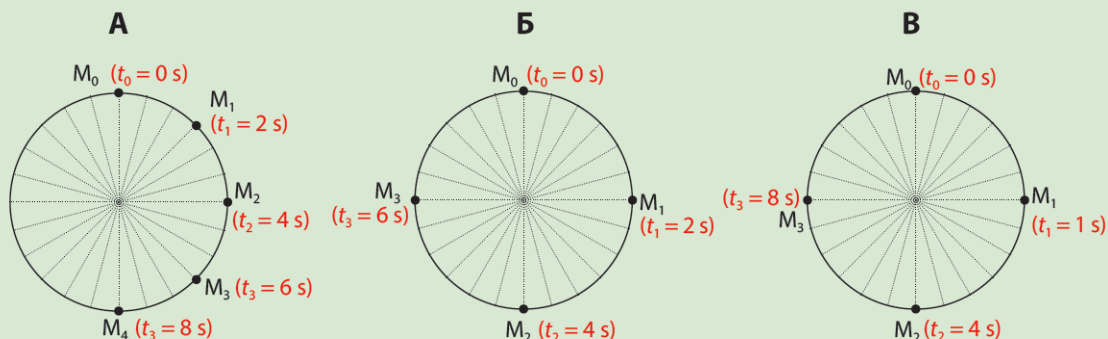
г) брзина _____

8. На ком је од датих дијаграма кретања приказано равномерно праволинијско кретање?





9. На ком од датих дијаграма кретања није приказано равномерно криволинијско кретање?



10. Ауто пређе 72 km за 2 h. Његова брзина је:

а) $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

б) $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

в) $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

г) $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Заокружи тачне одговоре!

11. При неравномерно праволинијском кретању тренутна брзина мења:

а) правац

б) интензитет

в) и правац и интензитет

г) вектор тренутне брзине се не мења

12. При равномерно криволинијском кретању тренутна брзина мења:

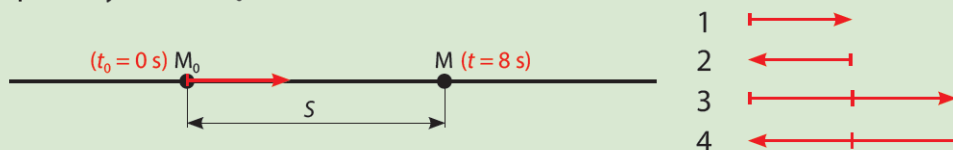
а) правац

б) интензитет

в) и правац и интензитет

г) вектор тренутне брзине се не мења

13. Крећући се праволинијски, материјална тачка прелази из положаја M_0 у положај M (погледај слику). Црвеном стрелицом приказан је вектор тренутне брзине у тачки M_0 .



А) Који вектор тренутне брзине (од 1 до 4 на слици десно) можемо придружити у тачки M , ако се материјална тачка кретала у истом смеру:

а) равномерно праволинијски, _____

б) до положаја M је повећала тренутну брзину два пута? _____

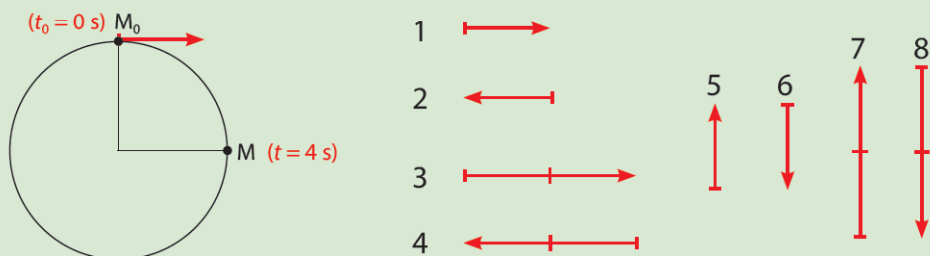
Б) Колика је средња брзина кретања ако је растојање s :

а) 12 m? _____

б) 4 cm? _____



14. Крећући се по кружности у смеру казаљке на сату, материјална тачка прелази из положаја M_0 у положај M (погледај слику). Црвеном стрелицом приказан је вектор тренутне брзине у тачки M_0 .



А) Који вектор (1 до 8, на слици десно) тренутне брзине у тачки M , ако се материјална тачка кретала:

а) равномерно, _____

б) до положаја M је повећала тренутну брзину два пута? _____

Б) Колика је средња брзина ако је обим кружности:

а) 12 m, _____

б) 4 cm? _____

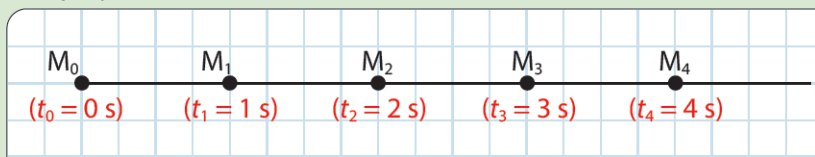
15. Која је формула за пређени пут s у зависности од брзине v и времена кретања t ?

а) $s = \frac{v}{t}$

б) $s = v \cdot t$

в) $s = \frac{t}{v}$

- 16.* На основу дијаграма равномерно праволинијског кретања материјалне тачке, приказати табеларно дато кретање, ако је вредност једног подељка са графика 1 cm.



ВРЕМЕ $t[s]$	0				
БРЗИНА $v = \frac{cm}{s}$					

ВРЕМЕ $t[s]$	0				
ПРЕБЕНИ ПУТ $s[m]$	0				



17. Сваки од датих физичких појмова повежи са реченицом која га описује.

а) брзина _____

б) материјална тачка _____

в) пређени пут _____

г) време кретања _____

д) референтно тело _____

1. Тело чије димензије занемарујемо у односу на пређени пут.

2. Тело у односу на које одређујемо положај другог тела.

3. Део путање које тело пређе током кретања.

4. Пређени пут у јединици времена.

5. Разлика два временска тренутка.

18. Који од наведених физичких појмова не зависе од избора референтног тела:

а) време кретања,

б) пређени пут,

в) путања,

г) брзина?

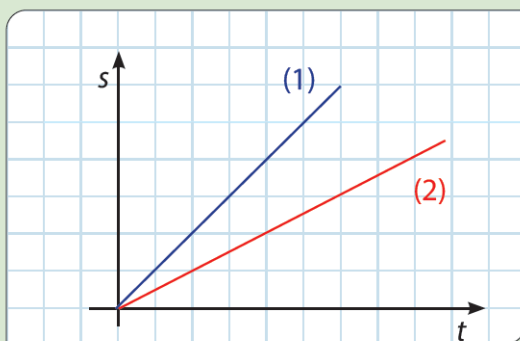
19. Ако се за исти пређени пут брзина троструко повећа, онда се време кретања:

а) смањује три пута,

б) повећава три пута,

в) не мења.

20.* Дат је график зависности пређеног пута од времена за два тела, 1 и 2. Колики је однос њихових брзина $\frac{v_1}{v_2}$?

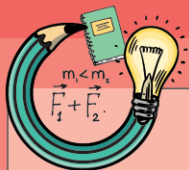


а) $\frac{1}{2}$,

б) $\frac{1}{3}$,

в) 2,

г) 3.



ОСНОВНЕ ФОРМУЛЕ

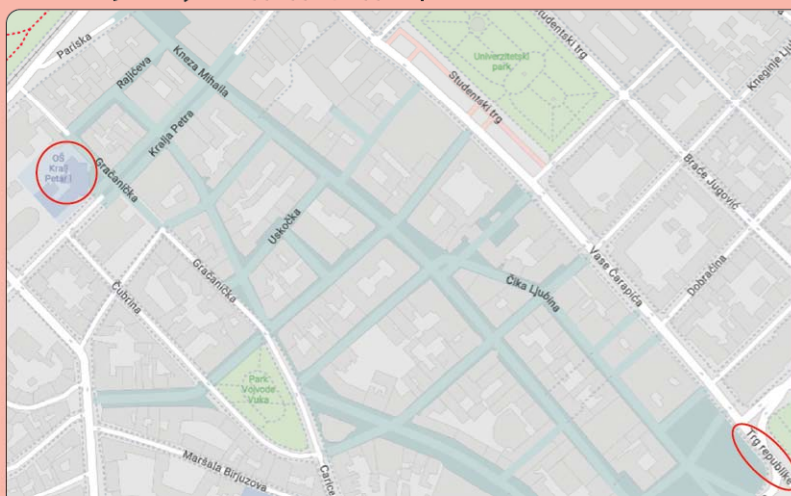
РАВНОМЕРНО ПРАВОЛИНИЈСКО КРЕТАЊЕ	$\text{брзина} = \frac{\text{пређени пут}}{\text{време кретања}}$ $v = \frac{s}{t}$	$\text{пређени пут} = \text{брзина} \cdot \text{време кретања}$ $s = v \cdot t$	$\text{време кретања} = \frac{\text{пређени пут}}{\text{брзина}}$ $t = \frac{s}{v}$
ПРОМЕНЉИВО КРЕТАЊЕ	$\text{средња брзина} = \frac{\text{укупан пут}}{\text{време кретања}}$ $v_{sr} = \frac{s_u}{t_u}$		

ПРЕТВАРАЊЕ МЕРНИХ ЈЕДИНИЦА	
$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$	$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$
$1 \text{ m} = \frac{1 \text{ km}}{1000}$	$1 \text{ s} = \frac{1 \text{ min}}{60} = \frac{1 \text{ h}}{3600}$
$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

ЗАДАЦИ

ПРАВАЦ И СМЕР КРЕТАЊА

- Ученик сте Основне школе Краљ Петар Први у Београду. У посети вам је друг из друге школе који чека свој аутобус на Тргу републике. Није понео телефон, него има мапу града. Како бисте му објаснили којим путем да дође до Трга?





• РАВНОМЕРНО ПРАВОЛИНИЈСКО КРЕТАЊЕ

2. Туристички водич, љубитељ физике, објашњава путницима у аутобусу: До крајњег циља имамо још 320 km и требало би да стигнемо за четири сата. Зато морамо да путујемо средњом брзином од _____. Сада се возимо брзином $120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Следеће место на којем правимо паузу удаљено је 40 km. Ако наставимо да се возимо овом брзином, до њега ће нам бити потребно још _____. Од те станице до следеће, при непромењеној брзини вожње, требаће нам још сат и по времена. Од нас је сада удаљена _____.

3. Ана је прошетала парком и прешла 600 метара за 10 минута. Колика је њена брзина?

4. Јован је возио електрични тротинет брзином од $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Колико ће метара прећи за 4 минута? Колико је то километара?

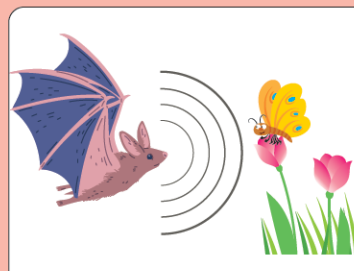
5. Крећући се по океану равномерно праволинијски глисер пређе 80 km за 30 min. За које време ће прећи 200 km?

6. Изрази:

а) брзину од $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, у $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, б) брзину од $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, у $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

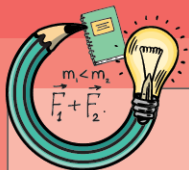
7. Слепи миш испушта ултразвучни сигнал који се одбија од плена или препреке, а затим се враћа до њега. На основу тога слепи миш „види“ на ком се растојању налазе предмети у простору.

На којој раздаљини од слепог миша се налази лептир који мирује на цвету, ако је од тренутка испуштања ултразвука до његовог повратка прошло 0,02 s? Брзина ултразвука у ваздуху је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



8. Један од најомиљенијих цртаних филмова код старије генерације је сага о вечитој трци између Пере Којота и Птице Тркачице. Пера Којот је постао веома популаран због својих лудих идеја у хватању свог вечито жељеног плена. Може се рећи да је он један од физичара који покушава да познате законе физике примени у своју корист. У цртаном филму никако му не успева, на жалост његових фанова, да се дочепа птице тркачице. У стварности брзина „птице тркачице“ (познате као *Geococcyx californianus*) је $42 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, а од Пере Којота (или *Canis Latrans*) иде и до $70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, тако да правом којоту није нимало проблем да дође до свог ручка.

На којој минималној даљини треба да буде Птица Тркачица од Пере Којота, да је не би ухватио у року од пола сата од тренутка када ју је опазио, јер није у кондицији да тржи дуже?



Напомена: којот је за осматрање користио супер моћни телескоп, који је сам направио! У задатку се комбинују два равномерно праволинијска кретања. Дате су брзине и времена кретања Пере Којота и Птице Тркачице.

Поставка задатка:

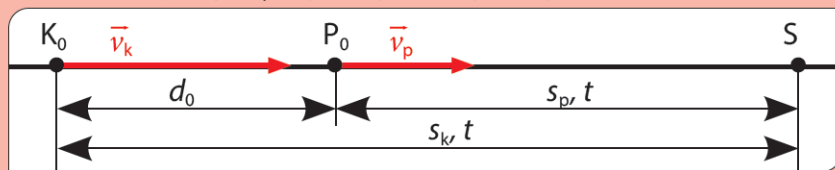
- брзина којота је $v_k = 70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,
- брзина птице тркачице $v_p = 42 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,
- времена кретања којота и птице су једнака $t_k = t_p = t = 0,5 \text{ h}$.

Тражи се:

- минимално сигурно растојање за Птицу Тркачицу d_0 (погледати слику).

Решење:

Задатак се решава лако када га прикажемо на слици. Са тачкама K_0 и P_0 су приказани положаји којота и птице тркачице у тренутку када почињу да трче. Ако би којот сусстигао птицу то би било у тачки S . Значи, птица је сигурна ако се налази на растојању већем од d_0 . Израчунајмо прво то растојање.



- Са слике се види да је веза између пређених путева s_k и s_p и почетног растојања d_0 : $d_0 = s_k - s_p$.

- Пут који је прешао којот $s_k = v_k \cdot t = 70 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 0,5 \text{ h} = 35 \text{ km}$.

- Пут који је прешла птица $s_p = v_p \cdot t = 42 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 0,5 \text{ h} = 21 \text{ km}$.

- Из свих ових формула добијамо да је $d_0 = s_k - s_p = 35 \text{ km} - 21 \text{ km} = 14 \text{ km}$.

Значи, Птица Тркачица је сигурна ако се налази на растојању већем од 14 km.

9. Два аутомобила крећу истовремено у истом смеру из градова А и В, који су удаљени 72 km. Оба аутомобила крећу се равномерно праволинијски – аутомобил из места А брзином $35 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, а из места В брзином $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. За које време ће први аутомобил сусстићи други? Узети да је град А иза града В, у односу на смер кретања аутомобила.

Поставка задатка:

- почетно растојање, $d_0 = 72 \text{ km}$,
- брзина аутомобила који полази из места А, $v_A = 35 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 126 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,
- брзина аутомобила који полази из места В, $v_B = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,
- времена кретања оба аутомобила су једнака $t_A = t_B = t$

Тражи се:

- време кретања до сусстизања t .





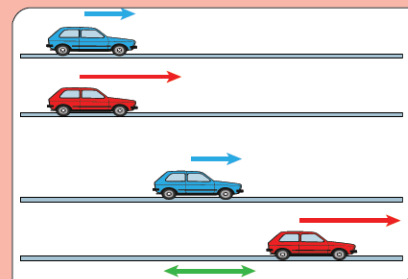
Решење:

- Слично као у претходном задатку, разлика пређених путева S_A и S_B и почетног растојања d_0 између градова је $d_0 = S_A - S_B$.
- Пут који је прешао аутомобил из места А, $S_A = v_A \cdot t_A = v_A \cdot t$. (1)
- Пут који је прешао аутомобил из места В, $S_B = v_B \cdot t_B = v_B \cdot t$. (2)
- Одузимањем једначине (1) од једначине (2) добијамо да је $S_A - S_B = v_A \cdot t - v_B \cdot t = (v_A - v_B) \cdot t$.
Напомена: време кретања t је заједнички множилац, па иде иза заграда.

- Тражено протекло време до сусрета је

$$t = \frac{S_A - S_B}{v_A - v_B} = \frac{d_0}{v_A - v_B} = \frac{72 \text{ km}}{126 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 108 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = \frac{72 \text{ km}}{18 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 4 \text{ h.}$$

- 10.** Два аутомобила, А и В, крећу истовремено из истог града у истом смеру по правом путу. Оба аутомобила крећу се равномерно праволинијски; аутомобил А, брзином $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, а В, брзином $126 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. За које време ће растојање међу аутомобилима бити 72 km?



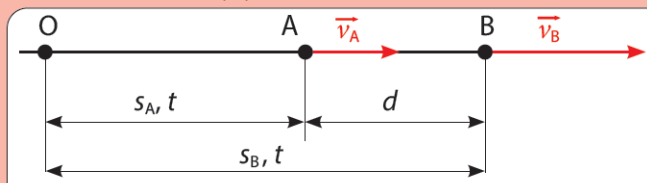
Поставка задатка:

- крајње растојање, $d = 72 \text{ km}$,
- брзина аутомобила који полази из места А, $v_A = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,
- брзина аутомобила који полази из места В, $v_B = 126 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,
- времена кретања оба аутомобила су једнака $t_A = t_B = t$.

Тражи се:

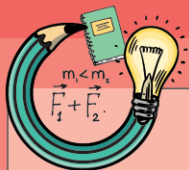
- време кретања t када ће растојање међу њима бити d

Решење: Овај задатак је сличан претходном, па ће поступак решавања бити краћи. Овде се почетни положаји налазе у тачки О, а крајњи положаји аутомобила у тренутку када је њихово растојање 72 km су у тачкама А и В, слика Б.



- Разлика пређених путева S_A и S_B и крајњег растојања d између је $d = S_A - S_B$.
- Пут који је прешао аутомобил из места А, $S_A = v_A \cdot t_A = v_A \cdot t$. (1)
- Пут који је прешао аутомобил из места В, $S_B = v_B \cdot t_B = v_B \cdot t$. (2)
- Одузимањем једначине (1) од једначине (2) добијамо да је $S_B - S_A = v_B \cdot t - v_A \cdot t = (v_B - v_A) \cdot t$.

- Тражено протекло време је $t = \frac{S_A - S_B}{v_A - v_B} = \frac{d}{v_A - v_B} = \frac{72 \text{ km}}{126 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 108 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = \frac{72 \text{ km}}{18 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 4 \text{ h.}$



11. Један хаски и ротвајлер приметили су један другог на травњаку градског парка. Раздрагано крећу један ка другоме дуж истог правца, при чему ротвајлер иде брзином $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Након 9 секунди срећу се на растојању 4,5 m од места где је кренуо хаски.

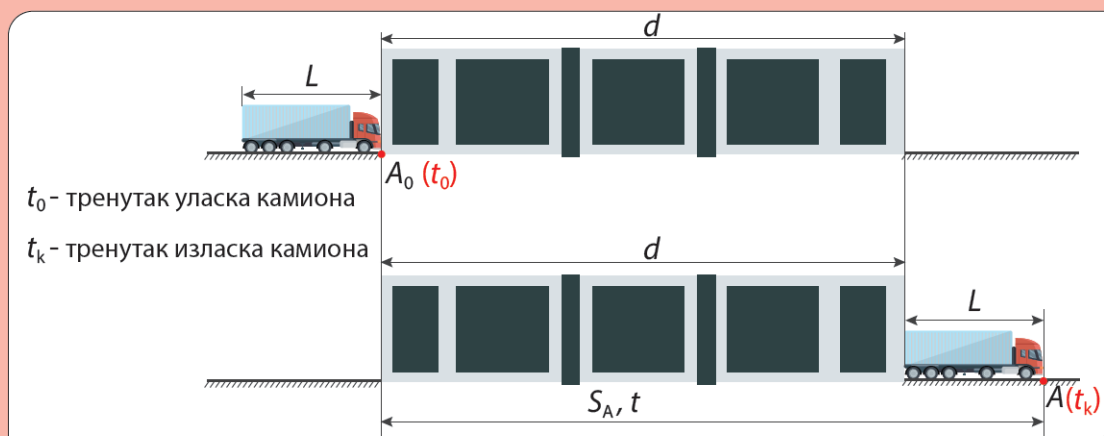
Одредити:

- а) брзину хаскија, б) почетно растојање између два пса.

Решење:

- а) $0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, б) 13,5 m

12. Камион са приколицом, укупне дужине 14 m, креће се брзином $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ и улази у тунел дужине 500 m. За које време ће изаћи из тунела?



У овом задатку разматрамо кретање тела чије димензије не можемо да занемаримо у односу на пређени пут!

Поставка задатка:

- дужина камиона $L = 14 \text{ m}$,
- дужина тунела $d = 500 \text{ m}$,
- брзина камиона $v_A = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Тражи се:

- време проласка t кроз тунел, $t = t_k - t_0$

Решење:

- Пратићемо само кретање предњег дела камиона (тачка A). Са слике видимо да када камион прође кроз тунел пређе пут $s_A = v_A \cdot t$; $s_A = d + L = 514 \text{ m}$.

Из ове две једначине добијамо да је време проласка кроз тунел $t = \frac{s_A}{v_A} = \frac{514 \text{ m}}{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 25,7 \text{ s}$

Сада ви сами урадите сличне задатке!

13. Два тркача А и Б крећу истовремено на стази дужине 5000 m, константним брзинама. Тркач А стигне за 32 min и 80 s на циљ. У тренутку његовог проласка кроз циљ тркач Б је на растојању 100 m иза њега. Наћи брзине оба тркача. После ког времена је тркач Б стигао до циља, након тркача А?



14. За време грмљавине прво видимо светлост муње, а затим чујемо гром. Ако је од тренутка опажања муње до тренутка удара грома протекло 8 секунди, колика је удаљеност места удара грома од посматрача? Брзина звука у ваздуху је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Сматрати да светлост тренутно стиже до посматрача.

15. Ко ће пре да чује први акорд пијанисте: слушалац у сали удаљен 17 m од пијанисте или ТВ гледалац, који тај концерт прати на растојању од 150 km од сале, и на 3,4 m удаљености од телевизора? Брзина звука у ваздуху је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, а брзина ТВ сигнала (електромагнетних таласа) је $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

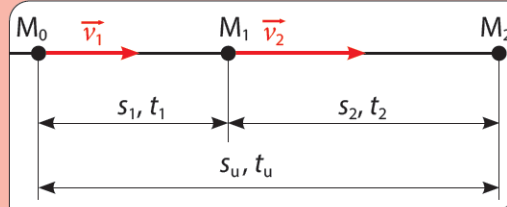
Помоћ: За ТВ гледаоца рачунати два времена. Прво, за које ТВ сигнал дође до његовог телевизора, и друго, за које светлост дође до њега.

16. Воз се креће брзином од $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Може ли човек да примети његово померање у мраку при бљеску муње чије је трајање приближно 0,0004 s, ако се налази на таквом растојању од воза на којем још може да примети померање од једног центиметра.

Помоћ: Поделити 1 cm са 0,0004 s, па упоредити са брзином воза.

• ПРОМЕНЉИВА КРЕТАЊА. СРЕДЊА БРЗИНА

17. Аутобус је првих 30 километара прешао за 35 минута, а затим се кретао још пола сата. Колики пут је прешао за тих пола сата, ако је средња брзина на целом путу $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?



Помоћ: Прво наћи укупан пут из формуле $s_u = v_{sr} \cdot t_u$, а онда други део пута као $s_2 = s_u - s_1$.

18. Аутомобил се 2 сата кретао брзином $v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, затим 1 сат брзином $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Наћи средњу брзину:

- а) на целом путу,
- б) на првој половини пута,
- в) на другој половини пута.

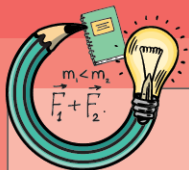
Помоћ: Прво наћи укупан пут из формуле $s_u = v_{sr} \cdot t_u$, а онда други део пута као $s_2 = s_u - s_1$.

Поставка задатка:

- Брзина аутомобила на првом делу пута је $v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, а време проведено је $t_1 = 2 \text{ h}$.
- Брзина аутомобила на другом делу пута је $v_2 = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, а време проведено је $t_2 = 1 \text{ h}$.

Траже се средње брзине:

- а) v_{sr} на целом путу,
- б) v_{sr1} на првој половини пута,
- в) v_{sr2} на другој половини пута.



19. Аника станује на 200 m од своје школе. Као и сви ученици који станују близу, увек креће у школу у задњи час. И овог јутра је прву четвртину пута прешла за 100 s, а онда је убрзала и преостали део је прешла за 150 s. Колика је њена средња брзина на:

- а) целом путу,
- б) првој половини пута,
- в) другој половини пута?

20. Петар је изашао из куће да би се сусрео са другарима на терену за кошарку. Успут је прошао поред зграде где живи Душан, па су даље наставили заједно. До Душанове куће је прешао 1 km за 10 min. Душан га је чекао испред зграде и ту су стајали 3 min и разговарали. До кошаркашког терена су ходали уједначеним ходом још 1,5 km за 12 min. Колика је средња брзина Петра од куће до кошаркашког терена?

Напомена: Док Душан и Петар разговарају испред Душанове зграде, време протиче, иако дечаци стоје у месту. Време стајања утиче на укупно време, па самим тим и на средњу брзину.

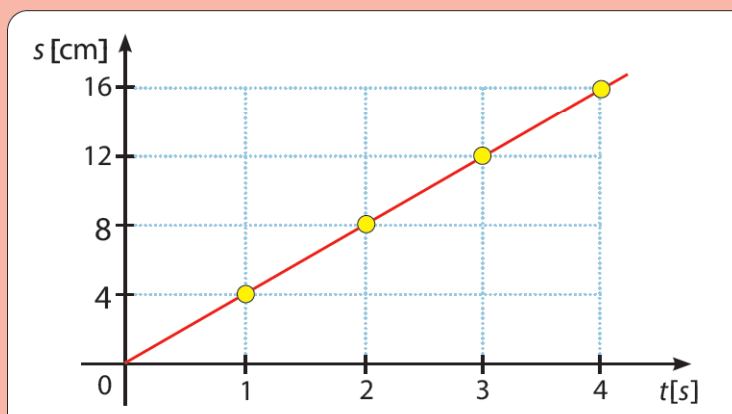
21. Воз дужине 150 m креће се брзином $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ и 15 s пре камиона почиње да прелази мост дужине 750 m. Дужина камиона је 10 m, а брзина којом се креће је $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Ко ће први прећи мост? Колика је разлика временских тренутака у ком су прешли мост?

Напомена: узети за нулти тренутак када воз почиње да прелази мост.

22. Један круг стазе дужине 3 km бициклиста пређе за 6 минута. За колико времена треба да пређе други круг да би му средња брзина за оба пређена круга била $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?

23.* На основу табеларног приказа из питања број 16, са теста (страна 66), приказати графички дато кретање.

Решење:

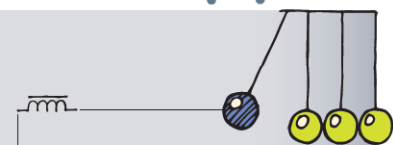


3 СИЛА

- КРЕТАЊЕ И НАЧИН ИЗВОЂЕЊА УДАРЦА САСТАВНИ СУ ДЕО СВАКЕ БОРИЛАЧКЕ ВЕШТИНЕ. ИЗБОР ПРАВЦА И ИНТЕНЗИТЕТА УДАРНЕ СИЛЕ ОДРЕДИЋЕ И ЕФЕКАТ КОЈИ ЋЕ ИМАТИ. ПРИ ТОМЕ НЕ МАЛУ УЛОГУ ИМА И ИЗБОР НАПАДНЕ ТАЧКЕ ТЕ СИЛЕ. МЕБУТИМ, ВЕЋИНА УЧИТЕЉА БОРИЛАЧКИХ ВЕШТИНА КАЖЕ ДА ОДЛУЧУЈУЋИ УТИЦАЈ ИМА СИЛА МИСЛИ – НАЧИН НА КОЈИ ЋЕТЕ РАЗМИШЉАТИ И КОНТРОЛИСАТИ СВОЈЕ ЕМОЦИЈЕ.
- СИЛА ЈЕ ОНО ШТО НАС ПОКРЕЋЕ, МЕЊА БРЗИНУ И ФОРМИРА ОБЛИК ПРЕДМЕТА ОКО НАС. БЕЗ ЊЕ, СВА ТЕЛА У НАШОЈ ОКОЛИНИ БИ МИРОВАЛА ИЛИ СЕ КРЕТАЛА РАВНОМЕРНО ПРАВОЛИНИЈСКИ. ТО БИ ОНДА БИО ЈАКО ПРЕДВИДИВ СВЕТ. ЗАР НЕ?
- У СЛЕДЕЋИМ ЛЕКЦИЈАМА УЧИЋЕМО О СИЛАМА КОЈЕ НАЈЧЕШЋЕ ДЕЛУЈУ У ПРИРОДИ И ПОСЛЕДИЦАМА ЊИХОВОГ ДЕЛОВАЊА. ЈЕДНЕ ДЕЛУЈУ ПОСРЕДНО, ПРЕКО ФИЗИЧКИХ ПОЉА, А ДРУГЕ КАО РЕЗУЛТАТ ДИРЕКТНОГ ДЕЛОВАЊА ДРУГИХ ТЕЛА КАО РУКА БОКСЕРА НА ЏАК. СВЕ ТО БИЋЕ ПРОПРАЋЕНО ОГЛЕДИМА КОЈЕ И САМИ МОЖЕТЕ ИЗВЕСТИ У ШКОЛИ ИЛИ КУЋИ. НЕКИ ОД ЊИХ СУ ТАКВИ ДА ИХ МОЖЕТЕ ИСКОРИСТИТИ КАО ПРЕДЛОГ ЗА МАЛО ТАКМИЧЕЊЕ КОЈЕ МОЖЕТЕ ОРГАНИЗОВАТИ ТОКОМ ВЕЛИКИХ ОДМОРА СА ВАШИМ ДРУГАРИМА ИЗ ШКОЛЕ.



3.1. УЗАЈАМНО ДЕЛОВАЊЕ ДВА ТЕЛА



- узајамно деловање или интеракција,
- деформација,
- непосредна интеракција,
- еластична и пластична деформација



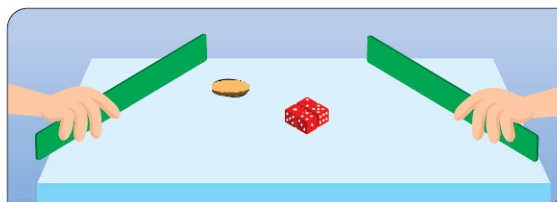
Векторске физичке величине су одређене интензитетом (бројном вредношћу), правцем и смером.

Тренутна брзина $\vec{v}$ је брзина коју тело има у одређеном тренутку времена. Она је векторска физичка величина.

Вектори су усмерене дужи којима се графички представљају векторске физичке величине.

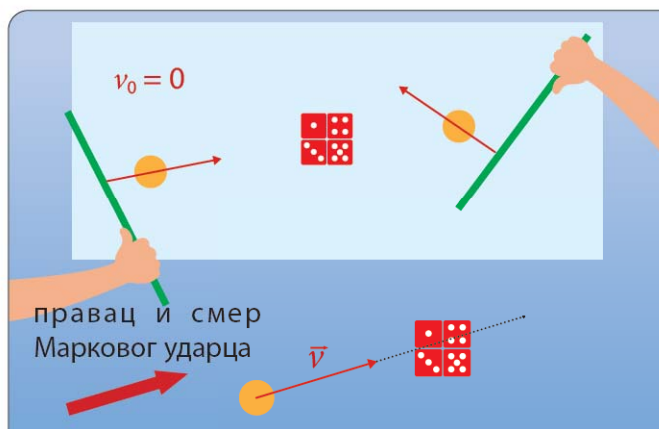
ПРОМЕНА БРЗИНЕ ТЕЛА

Марко и Сања понекад воле да на великом школском одмору играју „хокеј на школској клупи“. На средину стола ставе коцкице за јамб које гађају новчићем помоћу лењира. Слика 3.1.1



Слика 3.1.1: Хокеј на школској клупи.

Свако од њих има по 10 покушаја. Такмичари стоје на супротним крајевима клупе. Слика 3.1.2. Победник је онај са највише погодака.



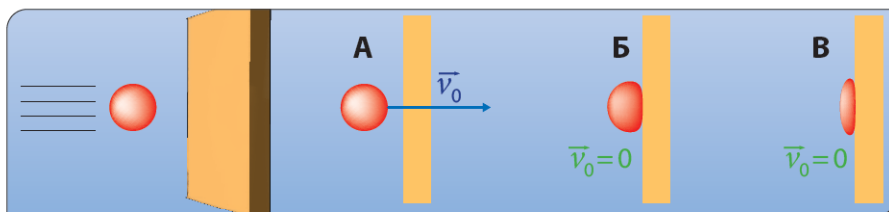
Слика 3.1.2: Новчић је мировао, па је онда добио брзину $\vec{v}$ у правцу и смеру Марковог ударца.

На слици 3.1.2 видимо (поглед одозго) тренутак када обоје ударе новчић испред себе. Чији новчић погађа коцкице?

На истој слици видимо да је новчић мировао пре Марковог ударца лењиром. Његова почетна брзина $\vec{v}_0$, пре ударца, једнака је нули. Након ударца новчић има брзину $\vec{v}$.

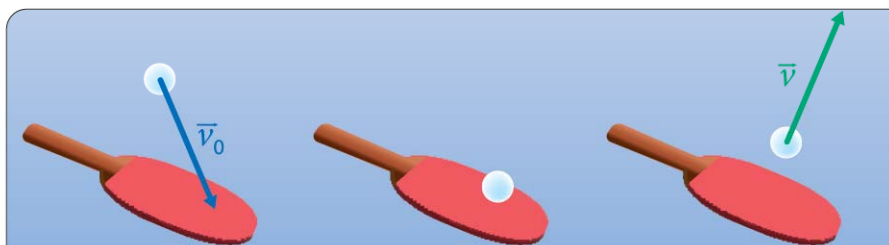
На следећој слици 3.1.3 видимо како Марко и Сања опет играју „хокеј на школској клупи“, али сада су изменили игру: играју једним новчићем. Прво Марко одгурне новчић лењиром ка Сањи, а онда она треба да га удари тако да погоди коцкице. После тога Соња удара новчић ка Марку, који ће покушати да погоди коцкице. На слици 3.1.3 новчић има неку **почетну брзину** $\vec{v}_0$, коју му је прво саопштио Марко. Том брзином долази до Сање, а онда, након Сањиног ударца, мења правац, смер и интензитет и наставља даље да се креће **брзином** $\vec{v}$.

Размотримо још неке примере када тела мењају своју тренутну брзину.



Слика 3.1.4: Куглицу пластелина бацимо ка дрвеној плочи. Непосредно пред удар, слика 3.1.5А, куглица има тренутну брзину $\vec{v}_0$. Затим удара о дрвену плочу која је зауставља, слика 3.1.5Б. Сада је крајња брзина $\vec{v}$ једнака нули, слика 3.1.5В.

•Приметите да је куглица променила свој облик након судара!



Слика 3.1.5: Непосредно пред удар рекета тениска лоптица има тренутну брзину $\vec{v}_0$. Након удара рекетом лоптица стиче нову тренутну брзину $\vec{v}$.



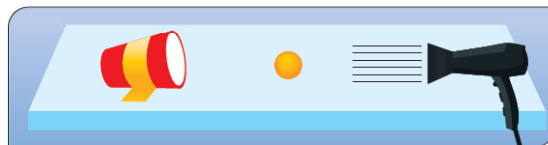
Демонстрација промене брзине тела

А)

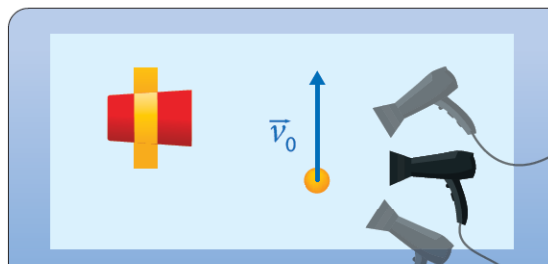
На сто ставимо фен за косу и лоптицу за стони тенис. Лепљивом траком причврстимо за сто пластичну чашу. Фен поставимо тако да ваздух који излази из њега удара у лоптицу, убацујући је у пластичну чашу. Извести исти оглед са различитим брзинама укљученог фена. Шта примећујемо? Од чега зависи када ће се лоптица пре покренути ка чаши? Како треба поставити фен у односу на лоптицу и чашу, ако желимо да лоптица уђе у чашу?

Б)

Изведимо исти оглед, али сада лоптици саопштавамо почетну брзину $\vec{v}_0$ (неко је благо удари тако да иде у правцу нормалном на осу чаше). Сада треба наћи нови положај фена тако да лоптица опет буде убачена у чашу.



Слика 3.1.6: Оглед са феном и лоптицом која мирује.



Слика 3.1.7: Оглед са феном и покретном лоптицом.



Слика 3.1.3: Новчић се кретао брзином $\vec{v}_0$, а после Сањиног удара његова тренутна брзина је $\vec{v}$. Да ли се и овај пут подударају правац и смер ударца и правац и смер тренутне брзине $\vec{v}$?



Слика 3.1.8: Сва деловања међу телима су узајамна.

Приметимо, у свим овим примерима разматрали смо промену тренутне брзине $\vec{v}$ посматраног тела, до које је дошло услед деловања на њега неког другог тела:

- лењир удара новчић који мирује и он добија неку брзину,
- лењир удара новчић који се креће и он мења правац, смер и интензитет тренутне брзине,
- куглица од пластелина удара о дрвену плочу и зауставља се,
- рекет удара тениску лоптицу и мења јој тренутну брзину,
- ваздух избачен из фена удара о лоптицу и гура је ка чаши.

Деловањем неког другог тела посматрано тело мења своју тренутну брзину.

Када смо лењиром ударили новчић или рекетом лоптицу, имали смо осећај и да новчић делује на лењир, као и лоптица на рекет. Значи, ово деловање једног тела на друго није једнострано, него **узајамно**.

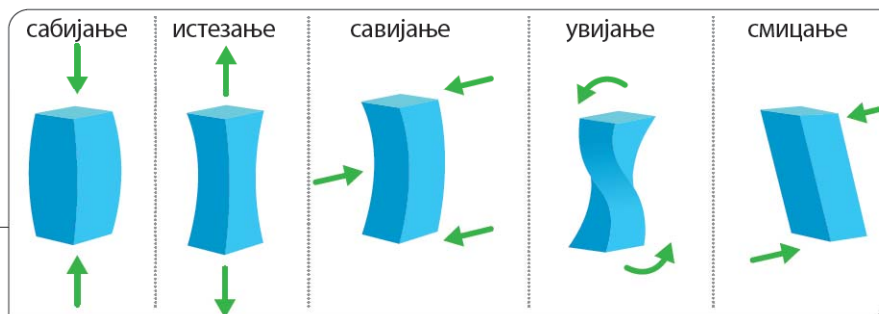
Сва узајамна деловања међу телима називамо интеракцијама.

ПРОМЕНА ОБЛИКА ТЕЛА

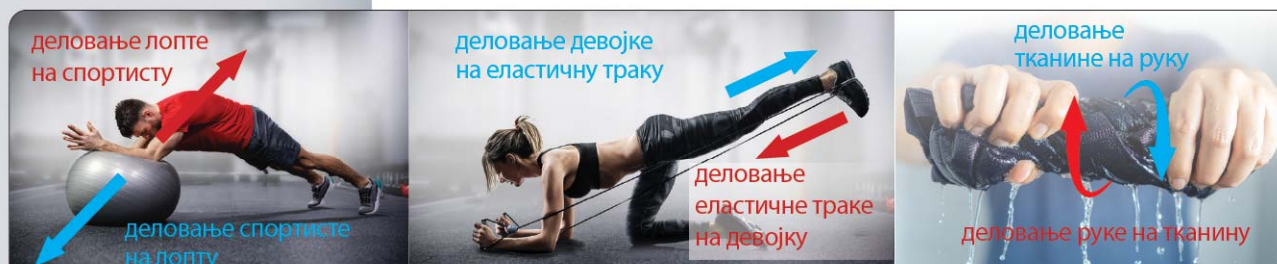
Вратимо се сада примеру са слике 3.1.4: ударац куглице од пластелина о дрвену плочу. Куглица није само променила своју брзину као резултат интеракције са плочом него и свој облик. Она се деформисала.

Деформација је промена облика тела након интеракције са другим телом.

На слици 3.1.9 видимо различите начине на које можемо променити облик неког тела.



Слика 3.1.9: Врсте деформација



Слика 3.1.10: Неки од примера за интеракције након којих се тело деформише.

На сликама 3.1.10 можете видети примере за три врсте деформација. Заједничко на њима је да се свако тело одупире деформацијама. На првој слици лево, младић ради издржаје на лопти за пилатес. При томе сабија лопту надоле, а лопта на њега делује нагоре, јер тежи да се врати у несабијено стање.

На слици у средини, девојка ногом истеже еластичну траку. При томе се трака одупире истезању и делује на девојкину ногу тако да је сабија.

На крају, видимо како особа на слици десно цеди веш увртањем. При томе тканина делује на руке у супротном смеру од смера увртања.

**Свако тело које се деформише тежи да задржи првобитан облик и одупре се деформацији.
Деформације су неке од последица узајамног деловања међу телима.**

Приметимо, куглица од пластелина (са слике 3.1.4), након деформације трајно мења свој облик, а лопта од пилатеса (са слике 3.1.10) се скоро тренутно враћа у првобитан облик, након што младић устане.

Према понашању тела, након промене облика, све деформације можемо поделити на **еластичне** и **пластичне**.

После еластичних деформација тела се враћају у првобитан облик, а после пластичних не.

Приметимо, гардероба коју носимо, нарочито панталоне, с временом губи свој облик, јер деформације тканине с временом постају пластичне. Гумице за косу с временом губе еластичност, па их морамо заменити. И гејмерске столице с временом губе свој облик и престају да буду удобне.

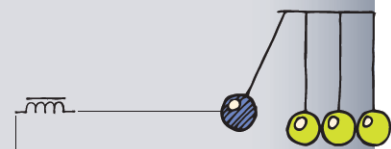
Као што смо видели, промена тренутне брзине или облика тела је последица узајамног деловања тела. Приметимо такође да су у свим наведеним примерима два тела била у непосредном (директном) контакту.

Као резултат непосредних интеракција, тела мењају тренутну брзину или облик.



- Како називамо узајамна деловања међу телима и које су последице истог када су тела у директном контакту?
- Навести пример када једно тело покреће друго.
- Навести пример када се неко тело већ креће, па му друго тело промени тренутну брзину.
- Шта су деформације?
- На које све начине можемо деформисати тело и како се оно понаша након деформација? Закључити према томе како можемо поделити деформације.

3.2 ОТПОР КРЕТАЊУ УСЛЕД НЕПОСРЕДНЕ ИНТЕРАКЦИЈЕ ДВА ТЕЛА



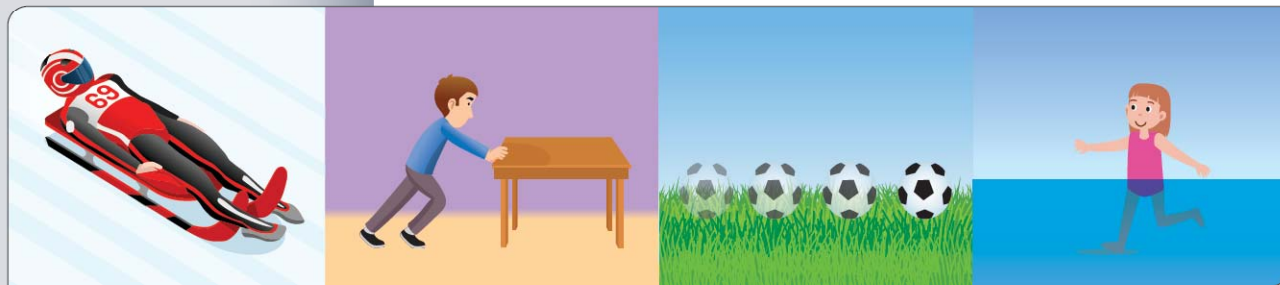
- трење и отпор средине,
- трење мировања,
- трење клизања,
- трење котрљања



Деловањем неког другог тела, посматрано тело мења своју тренутну брзину.

Сва узајамна деловања међу телима називамо интеракцијама.

Као резултат непосредних интеракција тела могу да мењају тренутну брзину или облик.



Слика 3.2.1: Примери непосредних интеракција које доводе до отпора кретању.

Сваког дана сусрећемо се са разним врстама кретања и отпорима том кретању. Тако, на пример, знамо да се санке или скијаш заустављају након што се са падине спусте на равницу. Када шутнемо лопту, зауставиће се након одређеног времена. Ако треба да преместимо неки тежи предмет у кући, као што су сто или кревет, осећамо као да нешто делује на тај предмет у супротном смеру од нашег, жељеног. Лакше нам је да трчимо по стази, него кроз воду.

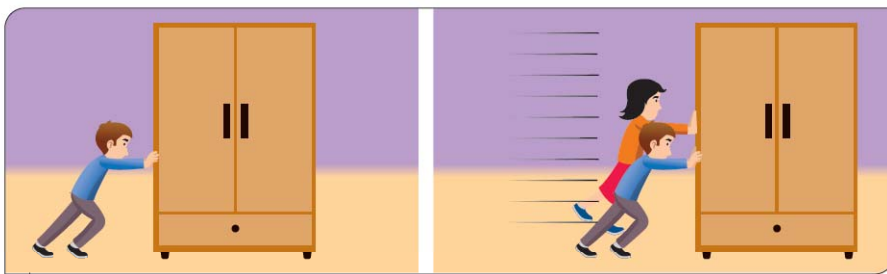
У наведеним примерима видимо да су у непосредној интеракцији два тела, услед чега долази до **отпора кретању** тела. На санке, при заустављању, делује подлога. На лопту ваздух, или трава, ако се по њој котрља. Док трчимо по стази на нас делује ваздух, а у плићаку вода.

Када желимо да покренемо или померамо једно чврсто тело преко другог (то друго тело обично је подлога), отпор настаје због **трења** међу њима, а када се тело креће кроз течну или гасовиту средину, на њега делује **отпор средине**.

ТРЕЊЕ КАО ОТПОР ПОКРЕТАЊУ И КРЕТАЊУ ТЕЛА

На слици 3.2.2 видимо једног младића који гура ормар покушавајући да га помери. Тек када је у помоћ дошла девојка, заједно су успели да га помере. Зашто младић није успео да помери орман? Због тога што под преко трења на додирној површини пружа отпор покретању ормана.





Слика 3.2.2: Да бисмо покренули тела, морамо на њих деловати јаче.

Трење клизања је отпор подлоге при кретању тела по њој.

На слици 3.2.3 видимо сандук који се покреће надесно (плава стрелица), док подлога испод на њега делује налево (црвена стрелица). Када бисмо увећали додирну површину између сандука и подлоге, приметили бисмо низ ситних удубљења и избочина која при покретању или кретању сандука запињу једна за другу. Тиме се објашњава трење на додирној површини. То је слично као када би једну четку покретали преко друге, као на слици 3.2.3.



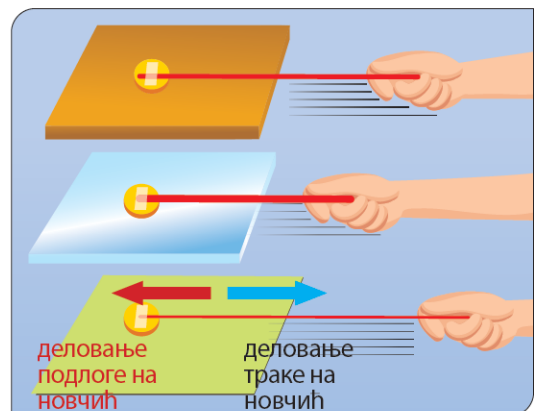
Слика 3.2.3: Трење међу чврстим телима. Отпор покретању тела.



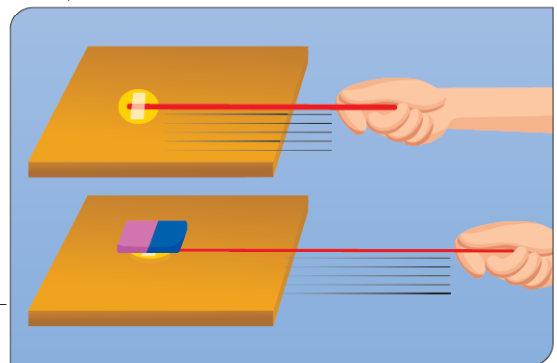
Трење при покретању тела

За већи новчић залепимо један крај дуже гумене траке или ластича, а други лагано повлачимо. Током повлачења, новчић мирује једно време, затим се покрене када се трака довољно истегне и повуче новчић за собом. Током покретања, на новчић делују два тела: гумена трака надесно и подлога налево (слика 3.2.4). Што је трака издуженија, јаче вуче новчић надесно. Све док трака и подлога једнако делују на новчић, он се неће померити. У једном тренутку надјачаће деловање траке и новчић ће се померити надесно. Приметимо да је трака најмање издужена када је новчић на стаклу, а највише када је на тепиху. Значи, највећи отпор покретању био је од тепиха. Изведите исти оглед са подлогама различитог типа.

Сада на новчић ставимо гумицу за брисање и употређујемо дужине траке за које се новчић покрећу. Шта се дешава, ако ставимо још једну гумицу на новчић?



Слика 3.2.4: Покретање новчића на различитим подлогама.



Слика 3.2.5: Покретање различитих тела на истој подлози.

Све док се тело не покрене, говоримо о **трењу мировања**.

Трење мировања је отпор подлоге покретању тела.

На слици 3.2.6 видимо неке од свакодневних појава које се одигравају захваљујући трењу мировања. Сила трења мировања делује када нема кретања једног тела у односу на друго. Док ходамо, на наше ноге подлога делује силом трења мировања. Захваљујући њему, предмети као што су волан аутомобила или оловка не испадају нам из руке. Можемо отворити и теглу са џемом. Приметимо шаре које имамо на врховима прстију. Оне омогућавају да се повећа трење мировања.



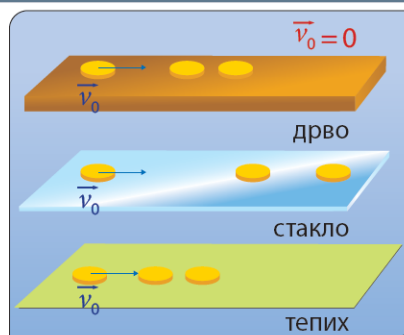
Слика 3.2.6: Где нам све помаже трење мировања.



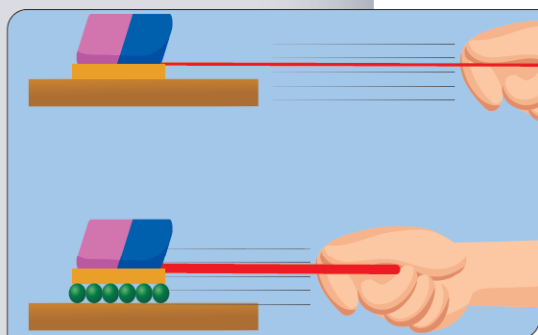
ОГЛЕД

Трење при клизању тела

Одгурнемо новчић лењиром као на слици 3.1.2. Тако новчићу саопштавамо приближно исту почетну брзину $\vec{v}_0$. Мењамо подлоге испод њега и упоређујемо путеве које је новчић прешао до заустављања (крајња брзина $\vec{v}$ једнака нули). Приметимо, тамо где је било најтеже покренути новчић пут до заустављања био је краћи. Кажемо да се новчић зауставља због **трења клизања**. Исто тако, санке са слике 3.2.1 заустављају се на равном делу пута деловањем трења клизања.



Слика 3.2.7: Отпор различитих подлога при заустављању новчића

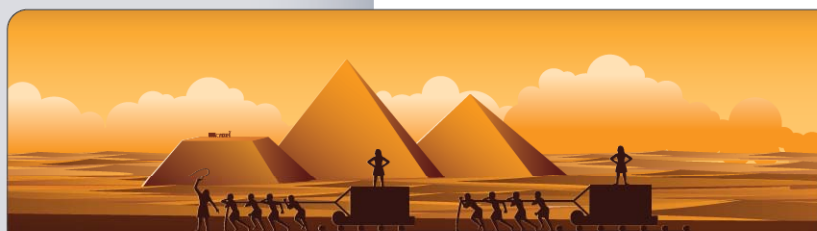


Слика 3.2.8: Отпор подлоге при котрљању

Трење клизања је отпор подлоге при кретању тела по њој.

Новчић, на коме је гумица за брисање, прво повлачимо тако да се лагано креће. Затим исти новчић са гумицом поставимо на куглице или перле за наруквице и покрећемо их преко њих. Приметимо да је у другом случају трака била незнатно истегнута, што значи да је јако мала сила отпора подлоге.

Трење котрљања је отпор подлоге телу које се котрља по њој.



Слика 3.2.9: На исти начин као што смо смањили отпор подлоге тако што смо ставили куглице испод новчића, тако су и градитељи пирамида пребацивали велике блокове камена подмећући дебла испод њих.

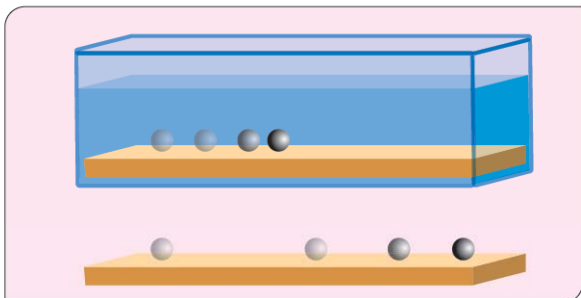


Слика 3.2.10: Куглични лежајеви или лагери смањују трење у точковима ролера.

ОТПОР СРЕДИНЕ

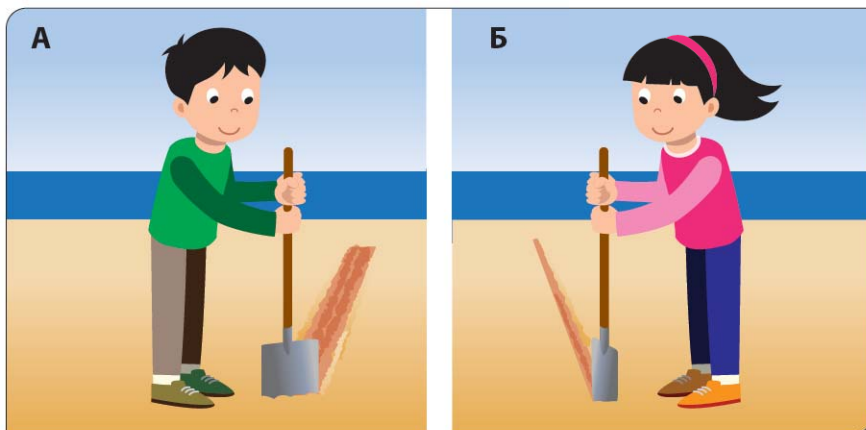
На почетку ове лекције, као пример заустављања тела на подлози, навели смо пример лопте која се зауставља на травњаку, слика 3.2.1. Битно је да напоменемо да је овде на заустављање лопте утицао **отпор средине** кроз коју се она креће. У првом реду то је трава. И да се котрљала по бетону, лопта би се зауставила зато што би на њу деловала **сила отпора ваздуха**.

Отпор средине је отпор који нека средина, течна или гасовита, пружа кретању тела кроз њу.



Слика 3.2.11: Отпор који кретању кугле пружа вода јачи је од отпора ваздуха. Зато ће се челична кугла коју бацимо по хоризонталној дасци зауставити раније него када је та иста даска у води.

Лакше нам је када ходамо кроз воду него када трчимо кроз њу. Када возимо бицикл, што је брзина већа, осећамо да је и отпор ваздуха при кретању већи.



Слика 3.2.13: Провуцимо лопатицу на два начина тако да остави у песку: А) шири и Б) ужи траг. Када осећате да песак пружа већи отпор? Што је површина тела нормална на правац кретања тела (попечни пресек) већа, већи је и отпор средине кроз коју се креће.

Јачина отпора средине зависи од брзине кретања, попречног пресека и облика тела, као и од врсте средине кроз коју се то тело креће.



- Шта је трење? Због чега долази до трења?
- Које врсте трења имамо?
- Када говоримо о трењу мировања, а када о трењу кретања? Навести примере за сваку од ове две појаве.
- Када се јавља трење котрљања? Који му је интензитет у односу на трење клизања?
- Од чега све може зависити отпор средине?

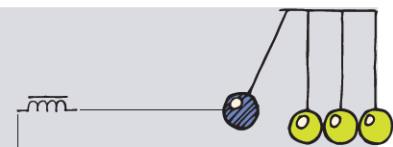


Слика 3.2.12: Пливачи морају да исправе тело у правцу пливања, јер тиме смањују отпор воде. Глава мора бити потпуно потопљена у воду, а тело се током пливања само благо нагиње на једну и другу страну. На овај начин смањују попречни пресек тела.



Слика 3.2.14: Облик тела које се креће такође утиче на отпор средине. Аеродинамични или хидродинамични облик је вретенсти облик тела који омогућава максимално смањивање отпора средине. Имају га многа превозна средства као што су – аутомобили, чамци, подморнице, авиони... У животињском свету, тог су облика рибе, фоке, делфини и китови.

3.3 ИНТЕРАКЦИЈА МЕЂУ ТЕЛИМА КОЈА НИСУ У НЕПОСРЕДНОМ ДОДИРУ



- магнетна, електрична и гравитациона интеракција,
- магнетно, електрично и гравитационо поље,
- намагнетисаност и наелектрисаност



Интеракције су узајамна деловања међу телима. Као последица интеракције тела се покрећу, мењају тренутну брзину или се деформишу. Све интеракције делимо на непосредне (директни контакти) и посредне.

Судари, кретање једног чврстог тела преко другог или кроз средину су неки од примера непосредних интеракција.

Посредне интеракције одвијају се на даљину преко **физичких поља**.

МАГНЕТНА ИНТЕРАКЦИЈА

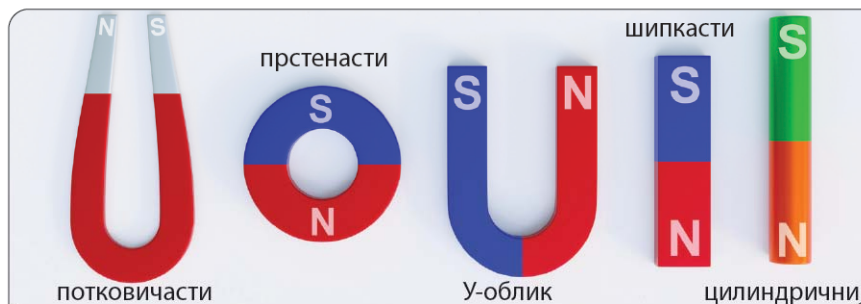


Слика 3.3.1: Магнети које виђамо



Један од најчешћих сувенира које доносимо са наших путовања су мали магнети које обично стављамо на врата фрижидера да нас подсети на лепе тренутке које смо тамо доживели. Исто тако, неки од вас су, као мали, волели шарене магнетне фигуре од којих се праве различити предмети као што су кола или куће. А коме није застао дах када би видео како моћне електромагнетне дизалице уз помоћ џиновских магнета дижу, са лакоћом, увис тешке каросерије аутомобила и ређају их једне преко других (слика 3.3.1)

На следећој слици можемо видети магнете различитих облика, према којима су и добили име.



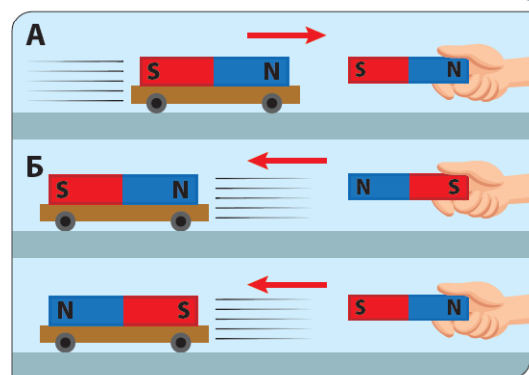
Слика 3.3.2: Магнети се праве у различитим облицима.

Приметимо, заједничко свима је да су у две боје: плаво-црвено или зелено-црвено. На сваком од њих видите два латинична слова: S и N. То су прва слова енглеских речи South (југ) и North (север). У следећем огледу видећемо зашто су дати ти називи



Деловање једног магнета на други

За овај оглед (слика 3.3.3) потребна су нам два магнета, најбоље шипкасти или цилиндрични. Причврстимо један магнет за колица или ауто-играчку, а други држимо у руци. Окренемо магнете тако да су: (А) различите боје и (Б) исте боје магнета једна наспрам друге. Приметимо да ће се у оба случаја колица са магнетом покренути. У првом случају(А), према руци, а у другом (Б), од руке са магнетом. Значи, два магнета ће се, када се један наспрам другог налазе крајеви магнета различитих боја, привлачити, а истих одбијати. Ти крајеви магнета су **полови магнета**.



Слика 3.3.3: Међусобно привлачење и одбијање два магнета

Сваки магнет има два магнетна пола: северни и јужни пол. Два магнета се, када су окренути један ка другом истим половима, одбијају, а различитим, привлаче.

Приметимо, такође, да је овде дошло до покретања колица у једном или другом смеру, што значи да је један магнет деловао на други. За разлику од узајамног деловања, где тела делују непосредно (додиром) једно на друго, овде је дошло до деловања на даљину или посредне интеракције. Хајде сада да размотримо, посредством чега то један магнет делује на други.



Како можемо да „видимо“ простор око магнета



Слика 3.3.4: Магнетно поље

- Ставимо шипкасти магнет или магнет у облику латиничног слова „U“ на бели папир (Слика 3.3.4А). Око магнета проспемо равномерно гвоздени прах или опилјке. Приметимо, око магнета ће се формирати линије које су на половима магнета најгушће и њихова густина опада све што су даље од магнета.
- Поновимо исти оглед са два магнета (Слика 3.3.4Б), али тако да у првом случају северни гледа ка северном полу или јужни ка јужном полу. У другом случају okreћемо северни и јужни пол један ка другом. Опет између и око њих проспемо гвоздени прах. Приметимо да се у оба случаја добијају линије различитих облика.

Та област у којој се формирају линије је преносилац узајамног деловања међу магнетима и називамо га **магнетним пољем**.

Магнетно поље је невидљива област око магнета преко кога они узајамно делују. Оно је преносилац узајамног деловања међу магнетима.

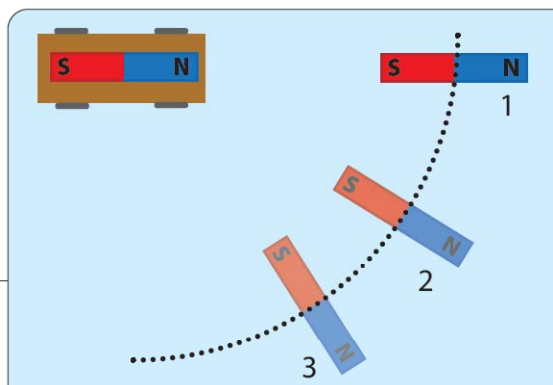


ОГЛЕД

Где је најјаче деловање магнетног поља?

Око колица на којима се налази магнет померамо други магнет као на слици 3.3.5, од положаја 1 ка положају 3 и гледамо када ће се колица са магнетом најбрже покренути. Уочавамо да ће то бити за положај 1.

Слика 3.3.5: Мењамо правац дуж кога постављамо други магнет.



Деловање једног магнета на други је најјаче на половима магнета.

Када око магнета постављамо разне предмете, видећемо да ће неке од њих магнет привући, док друге неће. Слика 3.3.6



Слика 3.3.6: Магнети привлаче предмете као што су спајалице или ексерци.

Предмети које магнети привлаче су предмети од **гвожђа**, **никла** или **кобалта**. И сами предмети од ових материјала се понашају као магнети када се налазе у близини магнета. Приметимо то на слици 3.3.6 – око сваког предмета (спајалице или ексера) налази се привучено још истих таквих предмета. Тада кажемо да су ти предмети **намагнетисани**.

Магнети су предмети који привлаче друге магнете или оне који су од гвожђа, кобалта или никла.

Намагнетисаност је физичка особина тела која се понашају као магнети.

Магнетна интеракција је узајамно деловање међу магнетима и намагнетисаним телима.

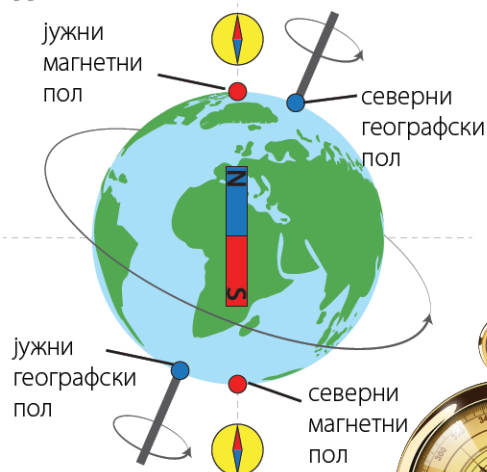


САЗНАЈ ВИШЕ

И Земља на којој живимо се понаша као велики магнет. Северни магнетни пол Земље налази се у близини јужног, а јужни магнетни пол у близини северног географског пола. Северни и јужни географски пол се налазе на местима где оса ротације Земље пресеца њену површину, слика 3.3.7А. Ова чињеница се користи при употреби компаса, уређаја са магнетном иглом који нам омогућује оријентацију у простору, слика 3.3.7Б. Као што видимо на слици 3.3.7А, северни пол магнетне игле окреће се ка северном географском полу Земље и обрнуто, јужни пол магнетне игле окреће ка јужном географском полу.

Слика 3.3.7: А) Земља као циновски магнет. Б) Компас, уређај уз помоћ кога одређујемо стране света на било којој тачки Земље.

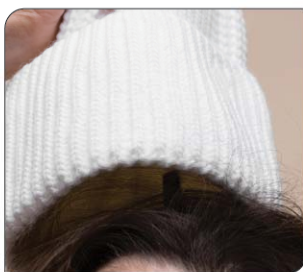
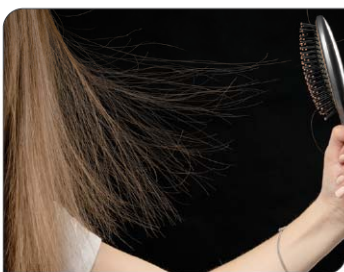
А



Б



ЕЛЕКТРИЧНА ИНТЕРАКЦИЈА



Слика 3.3.8: Електрична интеракција са којом се често сусрећемо.

Често када чешљамо косу или скидамо вунене делове одеће (капу, вунени џемпер и сл.), чује се тихо пуцкетање. Наша коса почиње да се издиже и морамо је додатно смиривати да не бисмо деловали неуредно. Исто тако, дешава нам се одмах након скидања вунених ствари да, ако кренемо руком ка неком металном предмету или некој другој особи, доживимо непријатан осећај, као удар у врхове прстију, праћен електричном варницом. Велике електричне варнице - муње можемо видети ноћу на небу за време великих олуја.

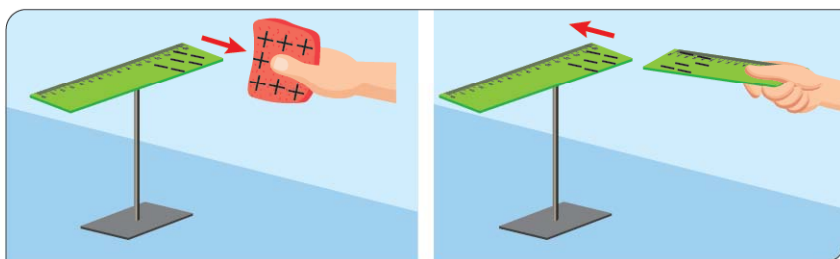
Све ове појаве о којима смо сад говорили последица су **електричне интеракције**. Као и у магнетним интеракцијама и овде два тела делују посредно једно на друго. Али, док у магнетним интеракцијама учествују намагнетисана тела, у електричним интеракцијама учествују **наелектрисана тела**. Чешаљ и коса, вунена капа и коса, рука и метална квака - све су то наелектрисана тела у електричној интеракцији. Урадимо сада следеће огледе:

Демонстрирање привлачног и одбојног дејства наелектрисаних тела



ОГЛЕД

Са лењиром и вуненом тканином



Слика 3.3.9: Тела која су различито наелектрисана привлаче се, а исто наелектрисана одбијају се.

Пластични лењир протрљамо вуненом тканином и ставимо га на врх стакленог или пластичног сталка, као на слици (може и хемијска уместо сталка). Приближимо вунену тканину лењиру и примећујемо како се лењир помера ка њој, слика 3.3.9А. У овом случају кажемо да је узајамно деловање **привлачно**, слично привлачењу различитих полова магнета.

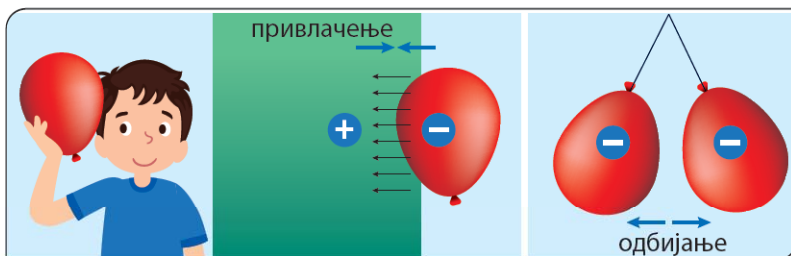
Затим и други лењир протрљамо истом тканином и приближимо лењиру на сталку. Овај пут, лењир на сталку се удаљава од наелектрисаног лењира. Сада је узајамно деловање **одбојно**, слично одбијању истих полова магнета.

У електричним интеракцијама, тела која учествују у њима ће се привлачити ако су наелектрисана различитом, а одбијаће се ако су наелектрисана истом врстом наелектрисања. У природи постоје две врсте наелектрисања: **позитивно** и **негативно**. У нашем огледу лењир се трењем наелектрише негативно, а вунена тканина позитивно.



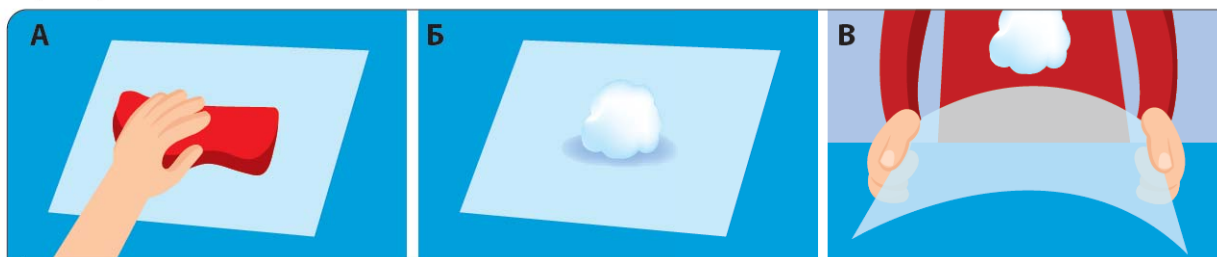
ОГЛЕД

С балонима



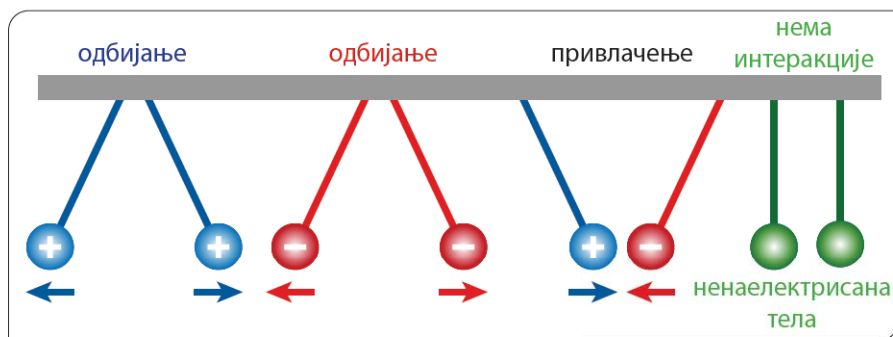
Слика 3.3.10: Протрљати косу балоном и затим га прислонити уз зид. Балон ће остати на том месту и биће привучен ка зиду. Ако сада узмемо још један балон и њиме протрљамо косу, па га прислонимо уз први, балони ће се одбијати.

С фолијом и ватом



Слика 3.3.11: А) Пластичну фолију ставимо на сто и протрљамо вуненом тканином. Б) Затим на фолију ставимо парче вате.

В) Вата ће лебдети изнад фолије. Ако померамо фолију, и вата ће се у ваздуху померати.



Слика 3.3.12: Тела наелектрисана истом врстом наелектрисања се одбијају. Различно наелектрисана се привлаче, а међу ненаелектрисаним (електронеутралним) телима нема електричне интеракције.

Наелектрисаност је физичка особина тела која се испољава када у њима доминира једна врста наелектрисања: позитивно или негативно.

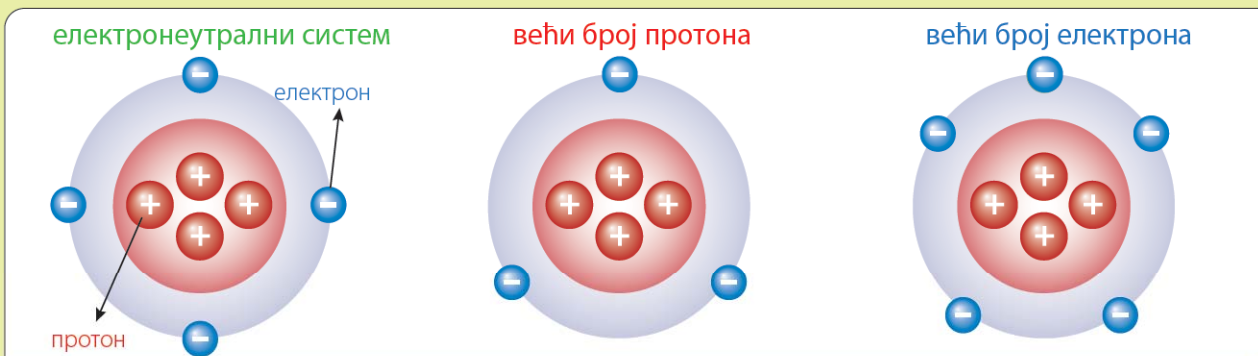
Електрична интеракција је узајамно деловање међу наелектрисаним телима.

Електрично поље је невидљива област око наелектрисаних тела преко кога она узајамно делују. Оно је преносилац узајамног деловања међу наелектрисањима.



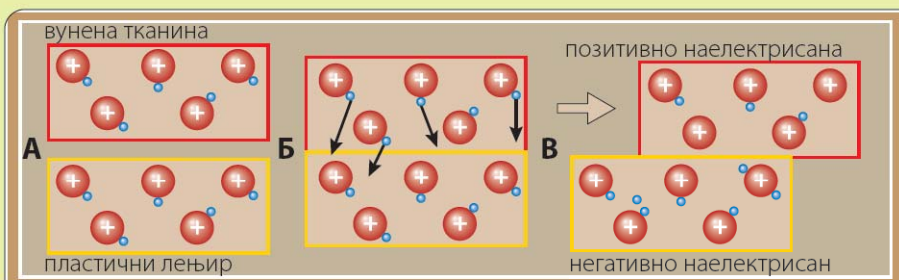
САЗНАЈ ВИШЕ

Објашњење за наелектрисаност физичких тела лежи у самом материјалу од којих су направљена. Она су сачињена од малих градивних јединица **атома**. У сваком атому налазе се позитивно – **протони** и негативно наелектрисане честице – **електрони**. Када је број протона и електрона у атомима једнак, тело је електронеутрално. Ако је већи број протона од електрона – тело је позитивно наелектрисано, а ако је већи број електрона од протона – негативно наелектрисано.



Слика 3.3.13: Објашњење за наелектрисаност тела

ДЕТАЉНИЈЕ ОБЈАШЊЕЊЕ ОГЛЕДА СА ЛЕЊИРОМ И ВУНЕНОМ ТКАНИНОМ



Слика 3.3.13: А) Пре него што смо лењир протрљали вуненом тканином, оба тела су била ненаелектрисана. Б) Током трљања електрони „прескачу“ са тканине на лењир. В) Тканина остаје позитивно, а лењир негативно наелектрисан.

ГРАВИТАЦИОНА ИНТЕРАКЦИЈА



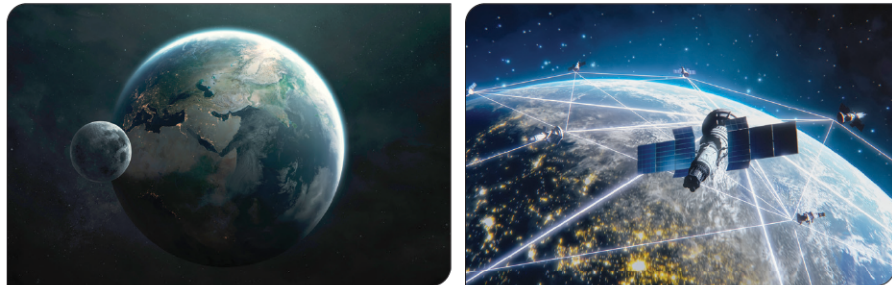
Слика 3.3.14: Гравитациона интеракција је свуда око нас.



Слика 3.3.15: Без гравитационе интеракције намештај би лебдео по кући.

Падање кишних капи, испадање телефона из руке и скок пливачице у базен имају заједничку особину: крећу се према Земљи. Али пошто у наведеним примерима поменута тела (кишне капи, телефон и пливачица) нису ни намагнетисани ни наелектрисани, узрок њиховог пада ка Земљи лежи у неком другом, посредном деловању, а то је **гравитациона интеракција**.

Због гравитационе интеракције, сва тела у близини Земље крећу се ка њеном центру. Она је та због којих се мора, језера и реке налазе у својим коритима, „приљубљени“ уз Земљину површину. Када скочимо увис, поново нас враћа доле. Да нема гравитационе интеракције, намештај по кући би лебдео у ваздуху, као астронаути у свемирском броду.



Слика 3.3.16: Гравитационим деловањем Земља држи на орбитама (путањама) Месец и сателите за телекомуникацију, као што и Сунце држи планете око себе.

Гравитациона интеракција је та која „царује“ целим свемиром и држи на окупу и све галаксије. Што су планете или звезде веће, јаче је и њихово гравитационо деловање.



Гравитациона интеракција постоји међу свим телима, али њено деловање не можемо увек да опазимо. Она долази до изражаја ако је реч о посредном деловању јако великих физичких тела као што је и наша Земља.

За разлику од магнетне и електричне, гравитациона интеракција је **увек привлачна**.

Ту невидљиву област у којој се осећа гравитационо деловање називамо **гравитационо поље**.

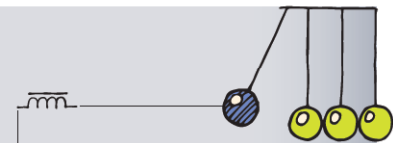
Гравитациона интеракција постоји међу свим телима и она је увек привлачна.

Нешто више о гравитационој интеракцији радићемо и током ове школске године, као и у седмом разреду.



- Које врсте непосредних интеракција смо радили у овој лекцији? Навести између каквих тела долази до тих интеракција.
- О којим физичким пољима смо говорили? Око каквих тела постоје електрично и магнетно поље?
- Када кажемо да је тело намагнетисано, а када да је наелектрисано?
- Која од интеракција је увек привлачног карактера?
- Када су електрична и магнетна интеракција привлачног, а када одбојног карактера?
- Шта су магнетни полови?

3.4 СИЛА КАО МЕРА ИНТЕРАКЦИЈЕ МЕЂУ ТЕЛИМА



- сила,
- нападна тачка,
- магнетна, електрична, гравитациона сила,
- силе трења и еластичности

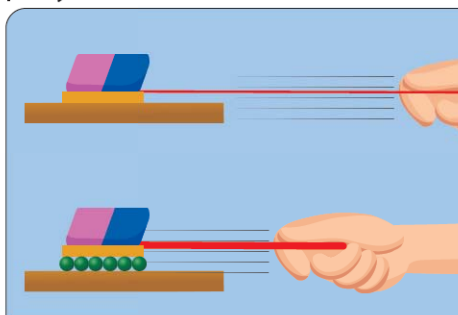


Интеракција је узајамно деловање међу телима. Разликујемо две врсте интеракција: посредне и непосредне. Као последицу интеракција имамо покретање, промену брзине или деформације.

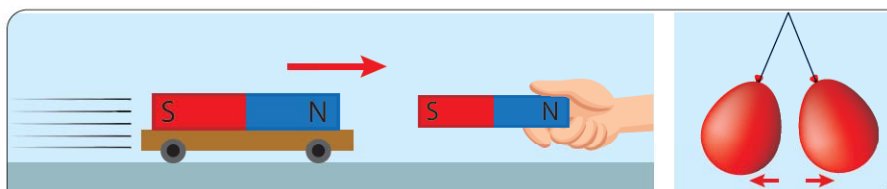
Размотримо поново неке од примера из прошлих лекција:



Када фен укључимо да дува већом брзином, тениска лоптица ће се пре покренути ка чаши.



Што више истежемо еластичну траку она ће се више деформисати.



Када бисмо узели већи магнет у руку, колица са магнетом би се пре покренула. Ако бисмо дуже трљали балоне о косу, више би се одмакли један од другог.

Приметимо: све интеракције могу бити јаче или слабије. Што је интеракција јача, тело се брже покреће, брже мења брзину или се више деформише. Да бисмо бројно описали јачину интеракције међу телима, уводимо нову физичку величину - силу. Када је интеракција међу телима јача, кажемо да је међу њима деловала сила већег интензитета, а када је интеракција слабија, значи да је у питању деловање силе мањег интензитета.

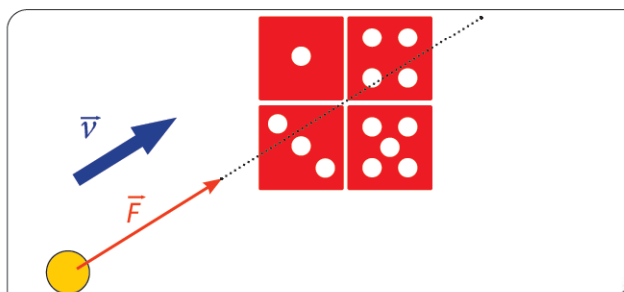
Сила је физичка величина која бројно описује интеракцију међу телима.

Ознака за силу је велико латинично слово F . Основна мерна јединица је **њутн**, а ознака велико латинично слово N . Да је међу телима деловала сила од 10 њутна записујемо као $F = 10\text{ N}$.

	← мања	основна мерна јединица	→ већа		
НАЗИВ	МИЛИЊУТН	ЦЕНТИЊУТН	ЊУТН	КИЛОЊУТН	МЕГАЊУТН
ОЗНАКА	mN	cN	N	kN	MN
БРОЈНА ВРЕДНОСТ У ОДНОСУ НА МЕРНУ ЈЕДИНИЦУ	$\frac{1\text{ N}}{1000}$	$\frac{1\text{ N}}{100}$	1 N	1000 N	1 000 000 N

Табела 3.4.1: Табела за мерне јединице за силу.

Вратимо се сада и примеру из лекције 3.1. Марко удара лењиром новчић који тиме добија брзину $\vec{v}$ у правцу и смеру Марковог ударца. Сада када смо увели појам силе кажемо: у правцу и смеру у коме је Марко деловао силом F , новчић је добио тренутну брзину $\vec{v}$.



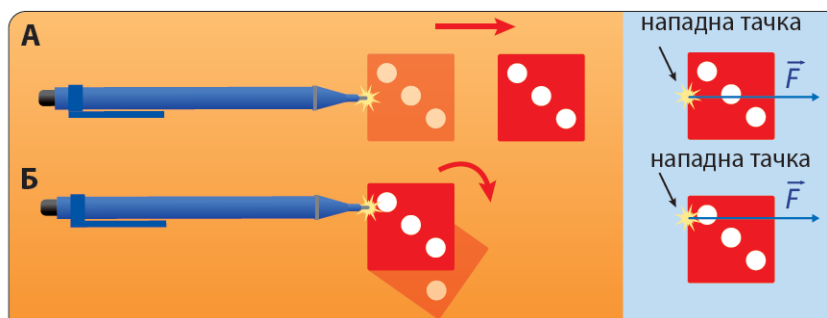
Слика 3.4.1: Правац и смер деловања силе $\vec{F}$ одређује правац и смер тренутне брзине $\vec{v}$ уколико је у тренутку деловања силе тело било у мировању.

Можемо закључити да бројна вредност брзине $\vec{v}$ зависи од бројне вредности силе F којом је Марко деловао, али и правац и смер брзине $\vec{v}$ зависе од правца и смера силе F . Значи, сила је одређена и правцем и смером. Зато је она и **векторска физика величина**, па је означавамо са $\vec{F}$.



ОГЛЕД

Демонстрација утицаја нападне тачке силе на кретање тела



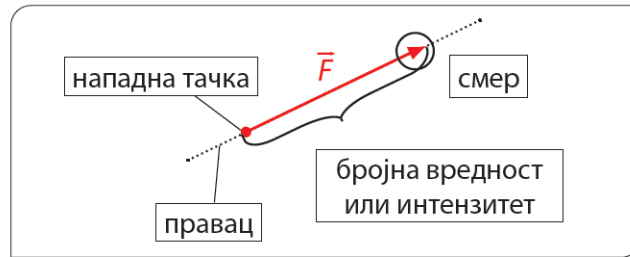
Слика 3.4.2: Начин кретања тела зависи од избора нападне тачке силе $\vec{F}$.

Поставимо коцкицу за јамб на сто и погурајмо је хемијском или оловком на два начина, као на слици 3.4.2.

Приметимо, у оба случаја сила има исти правац, смер и интензитет, али је кретање тела другачије у зависности од избора тачке у којој сила делује, тј. нападне тачке.

Сила је векторска физичка величина одређена интензитетом, правцем, смером и нападном тачком.

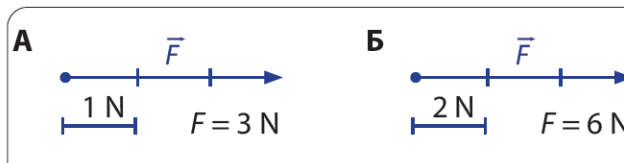
Као векторска физичка величина сила $\vec{F}$ се, као и тренутна брзина $\vec{v}$, графички приказује векторима.



Слика 3.4.3: Вектор силе $\vec{F}$.

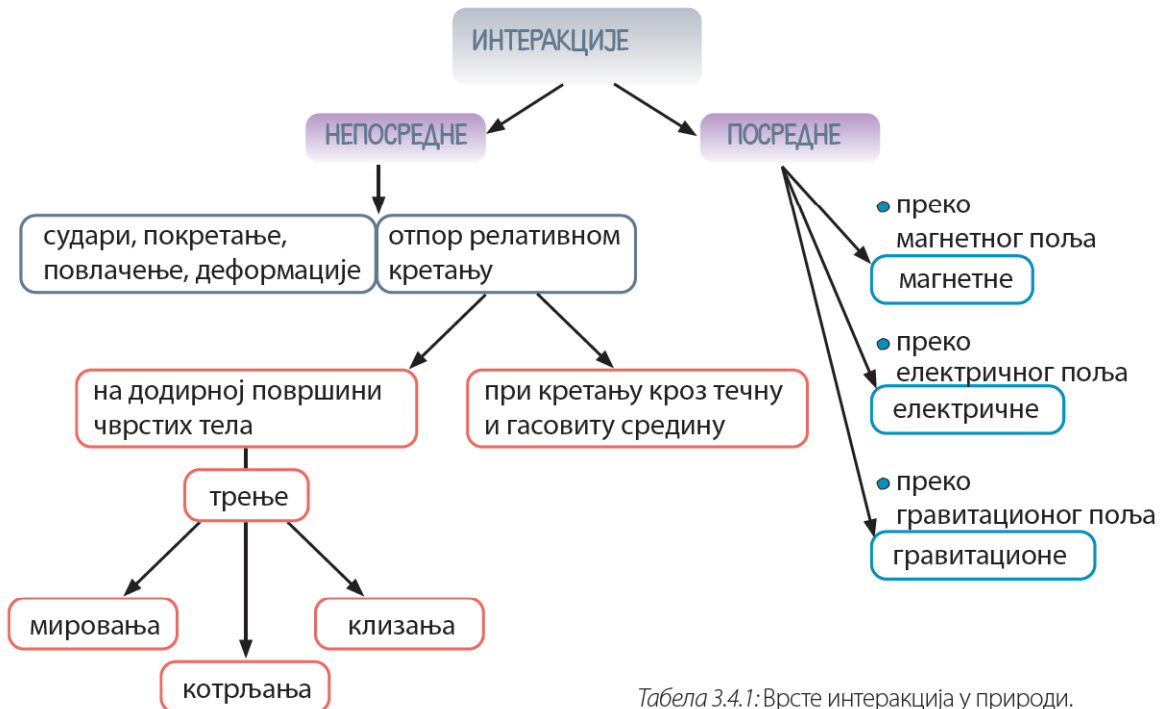
Права на којој вектор лежи је правац деловања силе $\vec{F}$, дужина вектора одређује бројну вредност, а стрелица смер деловања силе $\vec{F}$. Једина разлика у односу на вектор брзине $\vec{v}$ је у томе што нам је код вектора силе битна и нападна тачка.

Нападна тачка је тачка у којој сила делује на тело.



Слика 3.4.4: Приказивање интензитета силе вектором

Вратимо се сада интеракцијама које смо до сада радили. У табели 3.4.1 можемо видети како смо поделили те интеракције.



Табела 3.4.1: Врсте интеракција у природи.

СИЛЕ КОЈЕ СУ МЕРА НЕПОСРЕДНИХ ИНТЕРАКЦИЈА

Сила трења је мера отпора које једно чврсто тело пружа другом, преко додирне површине, приликом његовог покретања или кретања. У зависности да ли се ради о покретању, клизању или котрљању разликују се:

- 1) **Сила трења мировања** – мера за отпор покретању тела.
- 2) **Сила трења клизања** – мера за отпор релативном кретању тела.
- 3) **Сила трења котрљања** – мера за отпор котрљању тела.

Сила еластичности – мера за отпор који тело пружа деформацијама.

СИЛЕ КОЈЕ СУ МЕРА ПОСРЕДНИХ ИНТЕРАКЦИЈА

Магнетна сила – мера за магнетну интеракцију, узајамно деловање намагнетисаних тела.

Електрична сила – мера за електричну интеракцију, узајамно деловање наелектрисаних тела.

гравитациона сила – мера за гравитациону интеракцију.



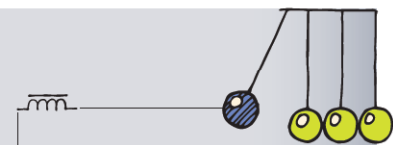
САЗНАЈ ВИШЕ

Приметимо да тела на даљину интерагују ако око њих постоји одговарајуће физичко поље: магнетно, електрично или гравитационо. Свако од ових поља постоји око тела ако имају неку од особина као што су намагнетисаност за магнетно поље или наелектрисаност за електрично поље. Шта мислите, коју особину има тело да око себе има гравитационо поље? То је **инертност**, тежња тела да остане у стању мировања или равномерно праволинијског кретања. Физичка величина која је мера за инертност је **маса**. Тела која имају већу масу имају око себе и јаче гравитационо поље. О маси ћемо учити већ током ове школске године, у области број 5. Овде смо наговорили део лекција које тек треба да радимо, да бисмо имали представу о томе због чега око неких тела постоје одређена физичка поља.



- Шта је сила?
- Чиме је одређена сила као векторска физичка величина?
- Када кажемо да је тело намагнетисано, а када да је наелектрисано?
- Коју смо векторску физичку величину још радили и како је сила повезана са њом?
- Како бисмо могли графички да прикажемо интензитет силе од 10 N као вектор?
- Које силе смо до сада учили?
- Навести које од сила су мера за посредну, а које за непосредну интеракцију?

3.5 ГРАВИТАЦИОНА СИЛА И ТЕЖИНА ТЕЛА



- гравитациона сила,
- сила теже,
- тежина тела,
- тежиште,
- бестежинско стање



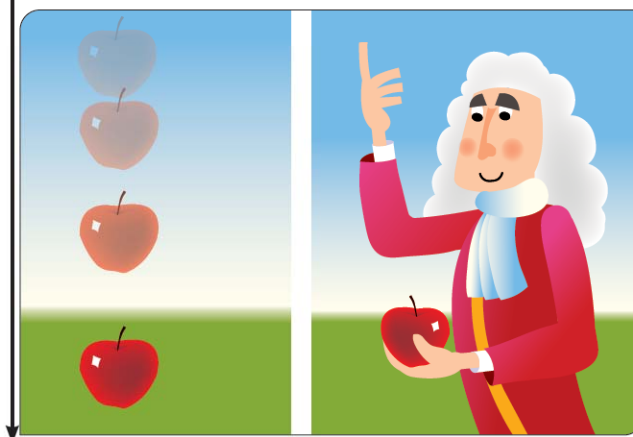
Интеракција је узајамно деловање међу телима. Може бити посредна и непосредна. Непосредне интеракције дешавају се међу телима која око себе имају неко физичко поље. До сада смо учили о магнетном, електричном и гравитационом пољу. Мера (физичка величина која је бројно описује) за интеракцију је сила. Услед деловања силе тела се покрећу, мењају тренутну брзину или се деформишу.

Гравитациона интеракција постоји међу свим телима и она је увек привлачна.

Гравитационо поље је невидљива област у коме се осећа гравитационо деловање. Око свих тела у природи постоји гравитационо поље, али се његово деловање не осећа међу предметима који нас окружују.

Гравитациона сила је мера за гравитациону интеракцију међу телима.

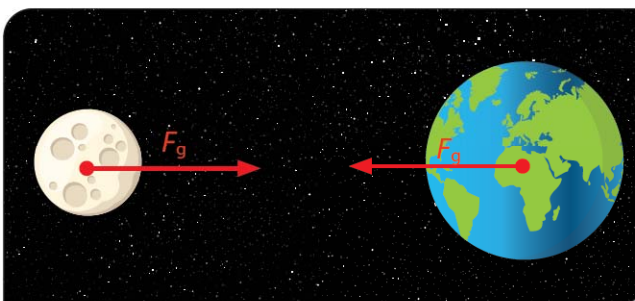
Сила Земљине теже је особина Земље да себи привлачи тела која се налазе у близини њене површине. Због тога се тела која нам испадну из руке крећу праволинијски, нормално на површину Земље.



Слика 3.5.1: Чувени енглески научник Исак Њутн дошао је у 17. веку до закључка да је сила која држи планете на окупу, гравитациона сила, исте природе као и она којом Земља привлачи предмете ка себи, сила Земљине теже.

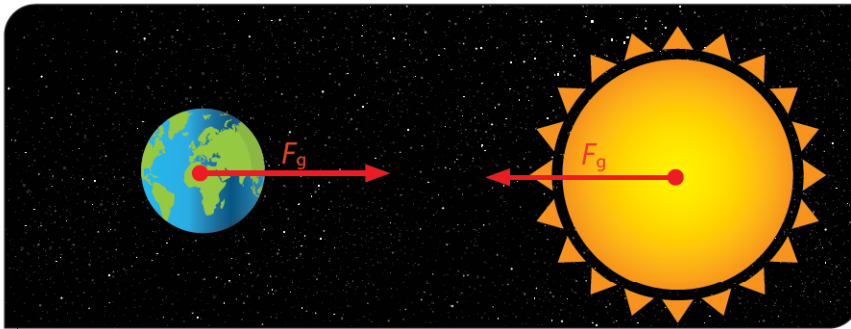
ГРАВИТАЦИОНА СИЛА F_g . СИЛА ЗЕМЉИНЕ ТЕЖЕ

Прикажимо сада вектор гравитационе силе F_g којом узајамно делују једно на друго Земља и Месец. Приметимо, оба вектора F_g имају исти правац и дужину, али супротне смерове. Нападне тачке гравитационе силе су у центру оба тела.



Слика 3.5.2: Гравитациона интеракција између Земље и Месеца и вектор којим графички представљамо гравитациону силу F_g .

Примећујете да на слици 3.5.2 нисмо ставили стрелицу изнад ознаке за векторску величину. То је зато што би истом ознаком означили два вектора истог правца и дужине, али различитих смерова. Ако бисмо ставили стрелицу, онда би морали да ставимо $\vec{F}_{g1}$ да делује на Земљу и $\vec{F}_{g2}$ да делује на Месец и да назначимо да су истог интензитета, тј. $F_{g1} = F_{g2} = F_g$. Овде желимо да нагласимо да је гравитациона сила која делује и на Земљу и на Месец истог интензитета и зато оба вектора означавамо са F_g , без стрелице изнад.



Слика 3.5.3: Гравитациона интеракција између Земље и Сунца.

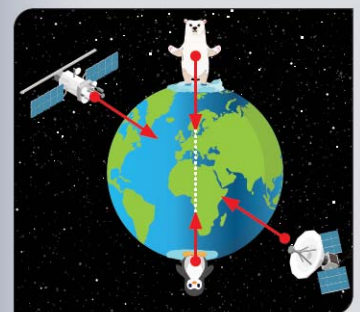
Сва тела у Свмиру делују гравитационом силом једна на друге.

Интензитет гравитационе силе опада са повећањем растојања међу телима.

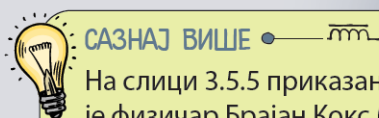
Сила Земљине теже или краће **сила теже**, коју ћемо означавати такође са $\vec{F}_g$, је сила којом Земља привлачи сва тела на и у близини своје површине. На половима Земље та сила је усмерена тачно ка њеном центру. Зашто је то тако, радићемо у вишим разредима. Засад ћемо приказивати да је сила Земљине теже усмерена ка центру Земље, међутим, у стварности тај правац незнатно одступа од њеног центра на свим местима, осим на половима Земље и екватору.

Сила Земљине теже или краће сила теже $\vec{F}_g$ је сила којом Земља привлачи сва тела на и у близини своје површине.

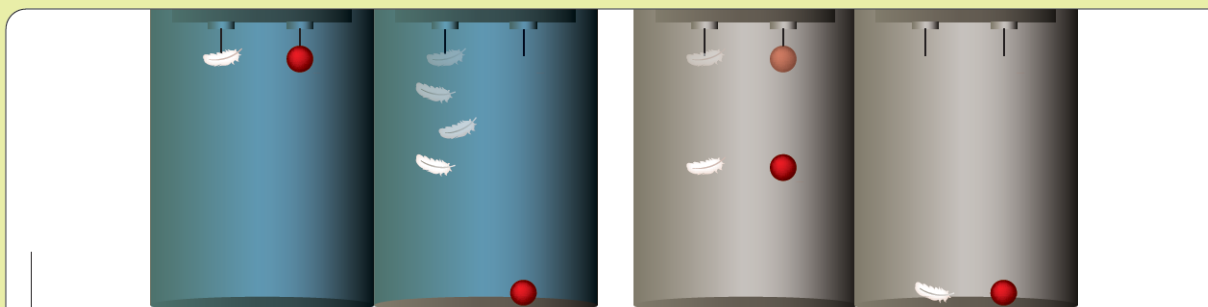
На слици 3.5.4 можемо видети како сила теже делује на предмете у близини Земље. Приметимо још једном, сила теже која делује на поларног медведа и пингвина је усмерена ка центру Земље. Вектор којим приказујемо силу теже која делује на медведа веће је дужине него онај који своју нападну тачку има у пингвину. Такође, на истој слици видимо и два сателита која се налазе на приближно истом растојању од центра Земље. На већи сателит Земља делује већом силом теже него на мањи.



Слика 3.5.4: Деловање силе теже на површини и у близини Земље.



На слици 3.5.5 приказан један од познатијих експеримената који је изведен 2014. у Охају. Извео га је физичар Брајан Кокс (Brian Cox) у највећој вакуумској комори на свету, запремине 22,653 m³. Са врха коморе пустио је да истовремено падну кугла за билијар и перо. У првом делу огледа у комори је био ваздух. Када су перо и кугла откачени са врха коморе (прва слика лево) кугла је упадљиво прва пала на Земљу, али, када је из коморе евакуисан ваздух, десило се нешто што на први поглед изгледа невероватно, али је у складу са законима физике, кугла и перо су пали истовремено на земљу.



Слика 3.5.5: Када кугла за билијар и перо падају са исте висине у вакуумској комори, истовремено дотичу земљу.

ТЕЖИНА ТЕЛА Q

Данас су теретане једно од омиљених места окупљања, како за младе, тако и за старе. Њих посећују они којима је стало до доброг изгледа, али и до здравља.



Слика 3.5.6: Деловање силе теже (зелене стрелице) и тежине тела (црвене стрелице).

На слици 3.5.6 су две младе особе које вежбају. Лево, слика 3.5.6А, младић који диже руско звоно, а десно, слика 3.5.6Б, девојка која диже тегове. На руско звоно делује сила теже надоле (зелена стрелица). Због тога младић осећа као да на његову руку делује сила истог интензитета, правца и смера, само што је нападна тачка те силе у његовој руци (црвена стрелица). Ту силу осећа као **тежину** руског звона, која делује на руку тако да је **истеже**. На слици лево, сила теже делује надоле на тегове (две зелене стрелице). Због тога девојка, када стави шипку са теговима на рамена, осећа у њима (нападна тачка је у раменима) деловање силе истог интензитета, правца и смера (две црвене стрелице) и то као тежину тегова које диже. Том тежином тегови **притискају** рамена.

Приметимо да у оба случаја, због деловања силе теже, посматрано тело делује својом тежином на неко друго тело - руско звоно делује надоле на руку, а тегови на рамена.

Сила теже и тежина тела су силе истог интензитета, правца и смера, само су им нападне тачке различите. Сила теже има нападну тачку у посматраном телу, а тежина у другом телу, на које ово прво делује.

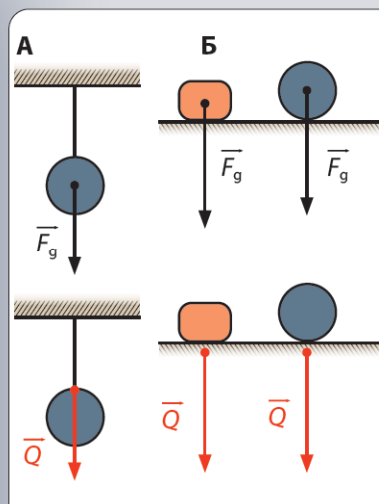
На слици 3.5.7 приказани су вектори силе теже $\vec{F}_g$ и тежине тела $\vec{Q}$. Нападна тачке силе теже $\vec{F}_g$ је у центру тела, ако је правилног геометријског облика. На слици 3.5.7А приказано је тело окачено о нит или канап. Својом тежином истеже нит на исти начин као што руско звоно истеже руку током дизања, слика 3.5.6А. На слици 3.5.7Б су два тела различитог, али правилног геометријског облика на хоризонталној подлози. Она својом тежином притискају подлогу, на исти начин као што тегови делују на рамена, слика 3.5.6Б.

Тежина тела $\vec{Q}$ је сила којом тело притиска подлогу или затеже нит о коју је обешено. Нападна тачка тежине тела је у крају нити за које је тело окачено (тачки вешања тела), или у подлози, на додирној површини, два чврста тела. Мерна јединица за тежину је иста као и за силу: њутн, N.

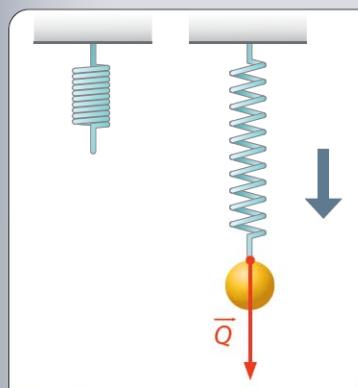
Тежиште је нападна тачка силе теже.

Тела која су у паду нити притискају подлогу нити затежу нит, па самим тим немају тежину.

У бестежинском стању тежина тела једнака је нули.



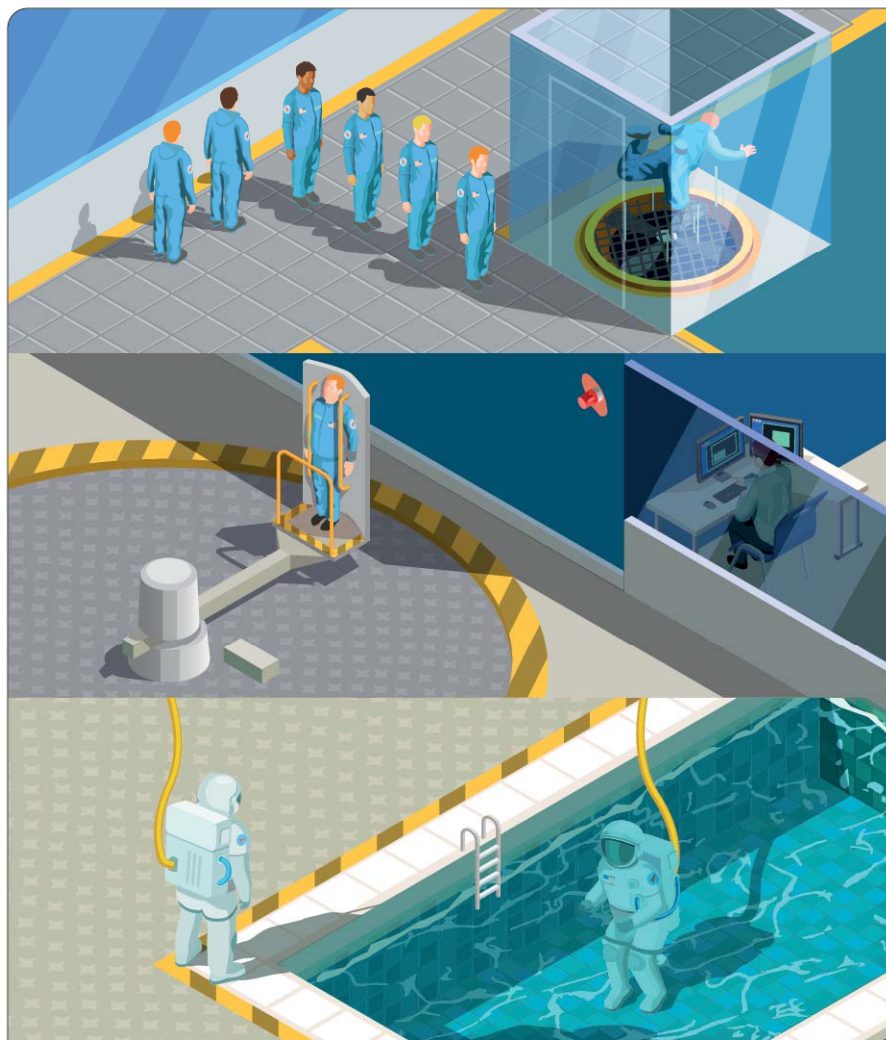
Слика 3.5.7: Вектор тежине тела $\vec{Q}$ када је тело: (А) окачено о нит и (Б) на хоризонталној подлози



Слика 3.5.8: Тело окачено о еластичну опругу својом тежином делује на њу и деформише је.



Слика 3.5.9: Док се налази на руци плесачице или на поду, лоптица има тежину. У ваздуху, док пада, њена тежина је једнака нули.



Слика 3.5.10: Симулатори бестежинског стања као саставни делови свемирских програма.



САЗНАЈ ВИШЕ

У свим програмима за припрему астронаута за живот у свемиру, једни од најбитнијих уређаја су симулатори бестежинског стања. У њима се или поништава или смањује деловање силе теже, тако да се астронаути у њима налазе у бестежинском стању. На слици 3.5.10 можете видети неке од тих симулатора.



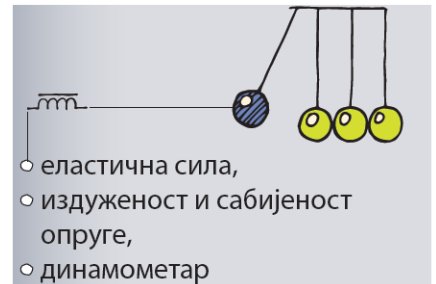
- Шта је гравитациона сила?
- Шта је сила теже и како се назива њена нападна тачка?
- Како дефинишемо тежину тела?
- Шта је заједничко сили теже и тежини тела, а по чему се разликују?
- Када је тело у бестежинском стању? Наведи пример.

3.6 КОРИШЋЕЊЕ ОСОБИНЕ ЕЛАСТИЧНОСТИ ОПРУГЕ ЗА ИЗРАДУ ДИНАМОМЕТРА



Свако тело које се деформише тежи да задржи првобитан облик и одупре се деформацији, промени облика тела. Деформације могу бити еластичне и пластичне. Након еластичних деформација тело се враћа у свој првобитни облик. Еластичност је особина тела да пружа отпор деформацијама. Мера тог отпора је еластична сила.

Тежина тела $\vec{Q}$ је сила којом тело затеже нит или притиска подлогу на којој се налази. Нападна тачка тежине тела је на крају нити, у тачки вешања тела.



СИЛЕ ЕЛАСТИЧНОСТИ F_{el}

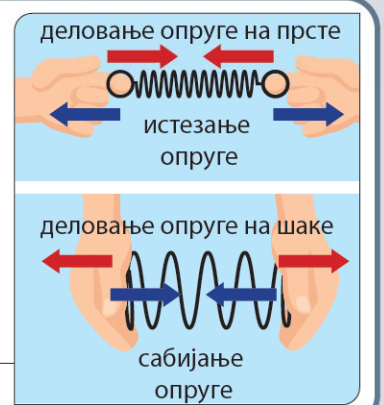


Демонстрирање деловања силе еластичности

Узмемо опругу и истегнемо је као на слици 3.6.1А. Док растежемо опругу у прстима осећамо силу која делује на кажипрсте (црвене стрелице) и она је супротно усмерена од смера у коме вршимо деформацију опруге (плаве стрелице), у овом случају то је истезање. Она делује тако као да привлачи кажипрсте један ка другом.

Сада сабијмо опругу, слика 3.6.1Б. Док је сабијамо, у шакама осећамо силу која делује на шаке (црвене стрелице), супротно од смера сабијања опруге (плаве стрелице).

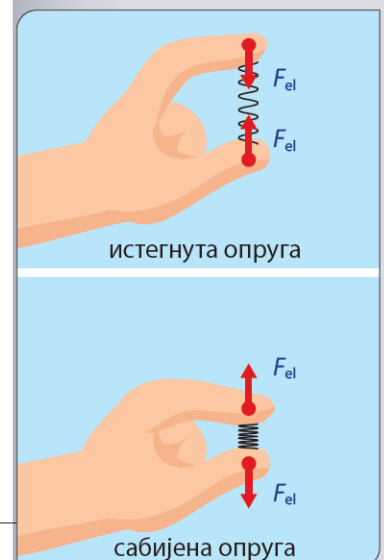
Слика 3.6.1: Истежање и сабијање опруге.

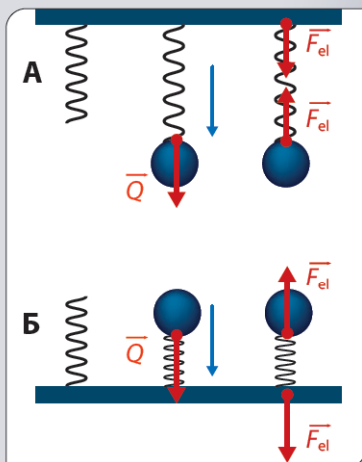


Као што смо приметили и осетили током огледа са опругом, она делује на прсте тако да се одупире промени облика. Када је истегнемо – да се врати у неистегнуто стање, а када је сабијемо да се врати у несабијено стање. Силе еластичности су мера за тај отпор еластичне опруге деформацијама.

На следећој слици 3.6.2 видимо како еластичну силу представљамо векторима. И овде нисмо стављали ознаку за вектор изнад из истог разлога као за гравитациону силу. Битно нам је да уочимо да се и еластичне, као и гравитационе силе, **јављају у пару**, као последица међусобног деловања или интеракције, како то краће називамо у овој књизи. Приметимо, **нападне тачке силе еластичности су у телима које врше деформацију опруге**. У овом случају то су прст и кажипрст.

Слика 3.6.2: Деловање сила еластичности F_{el} при истезању и сабијању опруге.





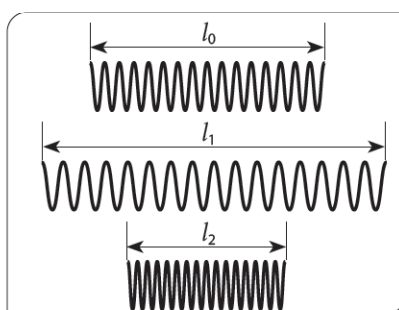
Слика 3.6.3: Деловање тежине тела Q и сила еластичности F_{el} при истезању и сабијању опруге.

У прошлој лекцији научили смо да тело својом тежином затеже нит или издужује еластичну опругу ако се окачи о њу. Сада ћемо да покажемо како се векторски представљају тежина тела Q и силе еластичности F_{el} које делују у систему три тела која међусобно делују. На слици 3.6.3А то су кугла, опруга и плафон, а на 3.6.3.Б кугла, опруга и под.

На слици 3.6.3А видимо куглу која истеже опругу својом тежином. Због тога силе еластичности делују на куглу навише, и на плафон о који је кугла окачена, наниже. Оне делују тако да теже да врате опругу у несабијено стање.

Када ту исту куглу поставимо на опругу, слика 3.6.3Б, она ће је својом тежином сабијати. Сада силе еластичности делују на куглу навише, а на под наниже, да би вратили опругу у несабијено стање.

Силе еластичности делују на крајевима опруге тако да је враћају у недеформисано стање.



l_0 - дужина недеформисане опруге

l_1 - дужина истегнуте опруге

издуженост опруге:

$$\Delta l_1 = l_1 - l_0 = x_1$$

l_2 - дужина сабијене опруге

сабијеност опруге:

$$\Delta l_2 = l_0 - l_2 = x_2$$



ОГЛЕД

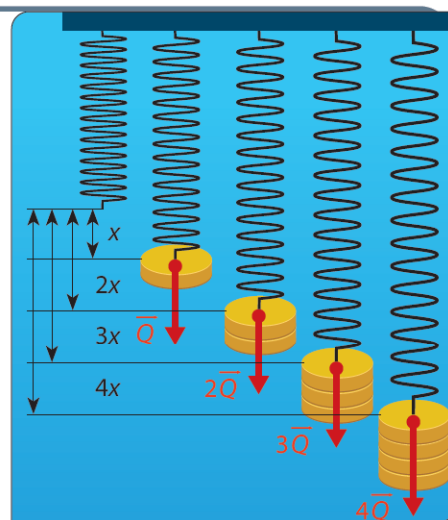
Рачунање издужености x_1 или сабијености x_2 опруге

За крај еластичне опруге качимо тегове тежина Q , $2Q$, $3Q$, $4Q$ (на пример: 1N, 2N, 3N, 4N). Примећујемо да ако тежину повећамо два пута и издуженост опруге ће се повећати два пута. Ако тежину повећамо три пута, и издуженост опруге се повећава три пута. Тежина тега Q једнака је сили F која истеже опругу.

Видимо да је исти однос тежине тегова и издужености опруге:

$$\frac{Q}{x} = \frac{2Q}{2x} = \frac{3Q}{3x} = \frac{4Q}{4x}$$

Слика 3.6.5: Веза између тежина тегова и издужености опруге.



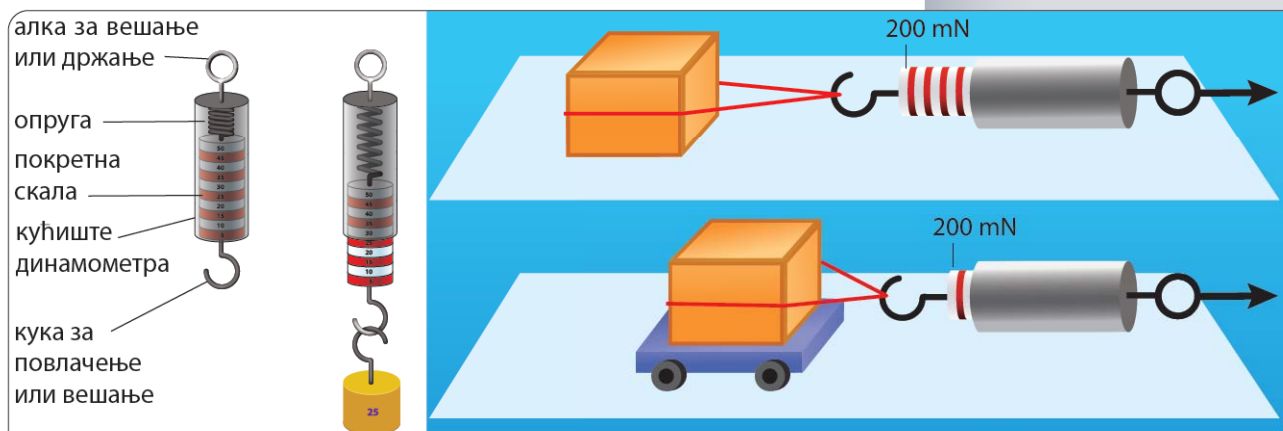
Издуженост опруге x сразмерна је сили F која истеже опругу.

Закључујемо да ако на крај опруге делује сила F_1 , при чему је издуженост x_1 , па онда делује сила F_2 , при чему је издуженост x_2 , важи:

$$\frac{F_1}{x_1} = \frac{F_2}{x_2}$$

Однос силе F која издужује опругу и издужености x за дату опругу је исти.

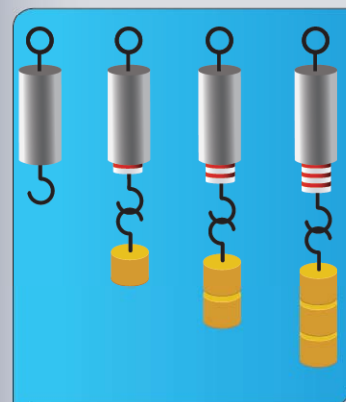
ДИНАМОМЕТАР – МЕРНИ ИНСТРУМЕНТ ЗА МЕРЕЊЕ СИЛЕ



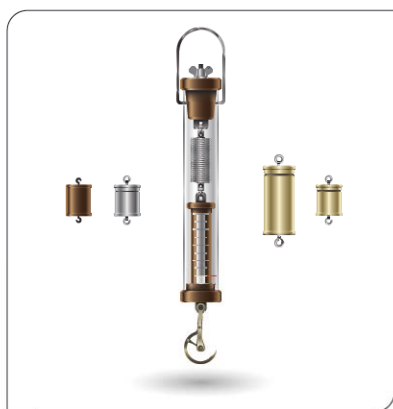
Слика 3.6.6: Употреба динамометра за мерење (А) тежине Q или (Б) мерење хоризонталне силе F у случају када тело клизи и када се котрља преко подлоге.

На слици 3.6.6А можемо видети како изгледа унутрашњост динамометра. Основни део је опруга. Један крај динамометра повезан је са кућиштем (телом) динамометра, а други са покретним цилиндром на коме се налази скала. Вредност подељка на скали зависи од врсте динамометра. На пример, на динамометар са слике 3.6.6А окачен је тег тежине 25 N и видимо да је скала динамометра извучена за пет подељака. Значи, вредност једног подељка на слици износи 5 N.

На динамометру са слике 3.6.6Б назначено је да је вредност једног подељка 200 mN.



Слика 3.6.7: Приликом прављења динамометра, вредност најмањег подељка на скали дефинишемо качењем тега најмање тежине.



Слика 3.6.8: Стари бронзани динамометар, са припадајућим сетом тегова.

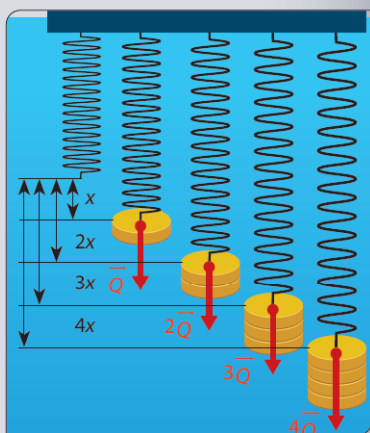


Слика 3.6.9: Динамометар за мерење стиска шаке.



- Како делују силе еластичности у опрузи када је опруга истегнута, а како када је сабијена?
- Шта је издуженост, а шта сабијеност опруге?
- У ком односу су силе које врше деформацију са издужености или сабијености опруге?
- Шта је динамометар?
- На ком делу динамометра читавамо вредност силе?

3.7 СЛАГАЊЕ СИЛА ИСТОГ ПРАВЦА



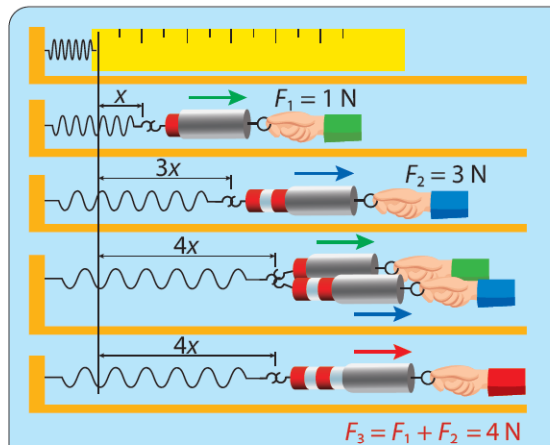
Сила је векторска физичка величина одређена интензитетом, правцем, смером и нападном тачком. Мерни инструмент за мерење силе је динамометар. Број подељка на покретној скали који се види изван кућишта динамометра сразмеран је интензитету силе.

Вратимо се поново на слику 3.6.5 из лекције 3.6.

Већ смо напоменули да је тежина тела Q сила F_1 , $F_1 = Q$, којом тег делује на опругу и истегне је за x . Када окачимо тег тежине $2Q$, то одговара деловању силе $F_2 = 2Q$ и опруга се истегне за $2x$. Ако сада закачимо оба тег заједно, истегнуће опругу за $3x$. Њихово заједничко деловање одговара деловању силе $F_3 = F_1 + F_2 = 3Q$. Сила F_3 исто делује на опругу (истеже опругу за исту дужину), као и збир сила F_1 и F_2 .



Демонстрација деловања сила истог смера



Слика 3.7.1: Бројне вредности сила истих смерова се сабирају.

За крај неиздужене опруге прикачимо динамометар и повлачимо га док се не покаже први подељак. Забележимо колика је издуженост x_1 опруге у том случају. Затим повећамо вредност силе 3 пута (динамометар показује 3 подељка), па забележимо издуженост x_2 . Требало би да се добије да је $x_2 = 3 x_1 = 3 x$.

Сада, за крај за крај опруге закачимо оба динамометра, али да при томе један показује један подељак, а други три и опет видимо колика је издуженост x_3 . Добија се да је $x_3 = 4 x$.

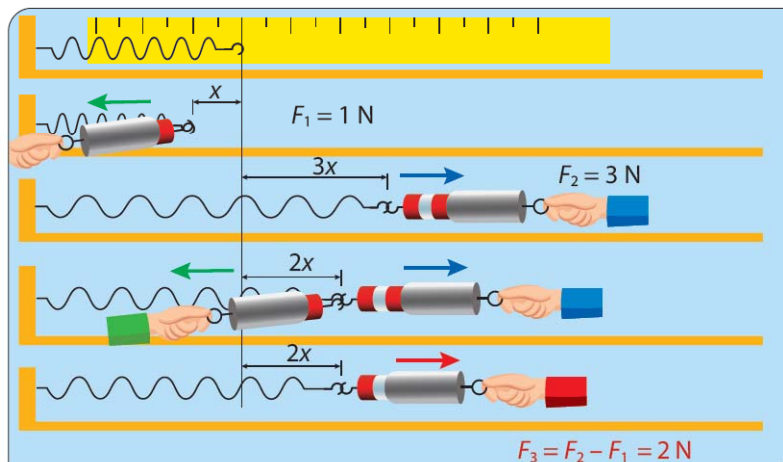
И када опет једним динамометром, повучемо крај опруге, али тако да показује 4 подељка. Опруга ће бити издужена за исту вредност $x_4 = 4 x$. Закључујемо:

Деловање силе F_3 замењује заједничко деловање сила F_1 и F_2 , односно њихов збир, $F_1 + F_2$.



ОГЛЕД

Демонстрација деловања сила супротног смера

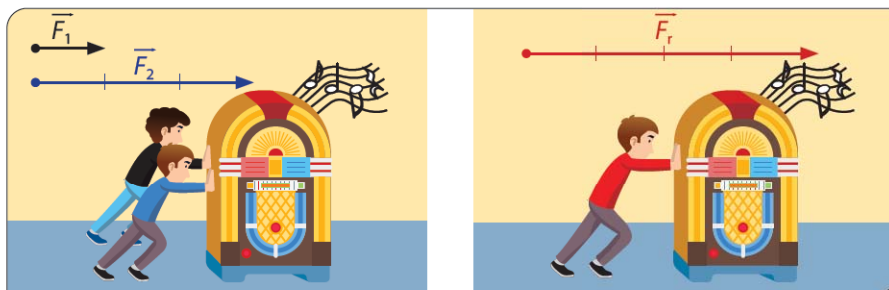


Слика 3.7.2: Бројне вредности сила супротних смерова се одузимају.

За крај недеформисане опруге прикачимо динамометар и повлачимо га тако да сабијамо опругу све док се не покаже први подељак. Забележимо колика је сабијеност x_1 опруге у том случају. Затим повећамо вредност силе 3 пута (динамометар показује 3 подељка), али овај пут истежемо опругу, па забележимо издуженост x_2 . Требало би да се добије да је $x_2 = 3x_1 = 3x$. Сада, за крај опруге закачимо оба динамометра, али да при томе један показује један подељак, а други три и поново забележимо издуженост x_3 . Добија се да је $x_3 = 2x$. И када опет једним динамометром, повучемо крај опруге, али тако да показује 2 подељка. Опруга ће бити издужена за исту вредност $x_4 = 2x$. Закључујемо:

Сила F_3 замењује заједничко деловање сила F_1 и F_2 , односно њихову разлику, $F_2 - F_1$.

Хајде сада да ове закључке до којих смо дошли огледима повежемо са сабирањем и одузимањем сила, као векторских величина:

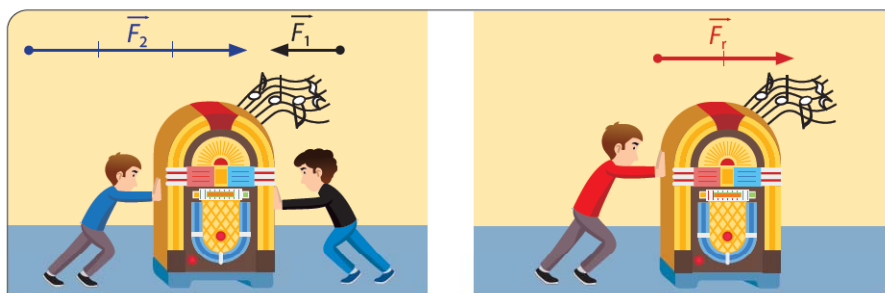


Слика 3.7.3: Резултанта сила $\vec{F}_r$ истих смерова.

Два пријатеља гурају стари џубокс (стари музички уређај, некада веома популаран на јавним местима), силама интензитета F_1 и F_2 , слика 3.7.3. Исто би било када би тај џубокс гурао неки јачи човек силом интензитета $F_r = F_1 + F_2$. Та сила је резултанта или резултујућа сила вектора сила $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$. Означавамо је са $\vec{F}_r$.

Када на тело делују две силе истог смера, тада се њихово деловање може заменити деловањем силе истог смера, резултантом $\vec{F}_r$, чија је бројна вредност једнака збиру бројних вредности тих сила.

$$F_r = F_1 + F_2$$



Слика 3.7.4: Резултанта сила $\vec{F}_r$ супротних смерова.

Иста два пријатеља гурају цубокс, али један га гура налево, силом $\vec{F}_1$, а други силом $\vec{F}_2$ надесно. То је исто као када би један од њих гурао исти цубокс на десно резултујућом силом (резултантом) $\vec{F}_r$, чији је интензитет једнак разлици бројних вредности тих сила.

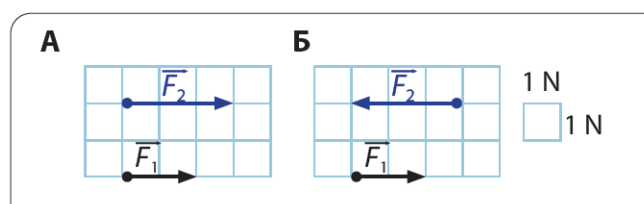
Када на тело делују две силе супротних смерова, тада се њихово деловање може заменити деловањем силе смера истог као јача сила. Бројна вредност резултанте $\vec{F}_r$ једнака је разлици бројних вредности јаче и слабије силе.

Резултанта или резултујућа сила $\vec{F}_r$ је сила чије деловање замењује деловање две или више сила.



3.7.1: Наћи резултанту сила $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, ако оне делују:

- а) као на слици 3.7.5А
- б) као на слици 3.7.5Б
- Вредност једног подељка на мрежици је 1 N



Слика 3.7.5:
уз пример 3.7.1

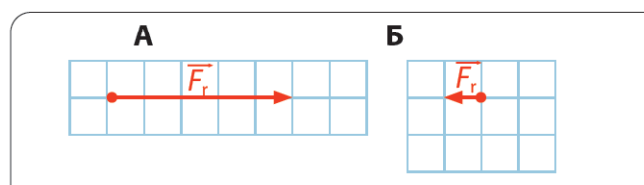
Решење:

- а) Пошто силе $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ имају исти смер, њихова резултанта ће бити

$$F_r = F_1 + F_2 = 2 \text{ N} + 3 \text{ N} = 5 \text{ N} \quad (\text{слика 3.7.6А})$$

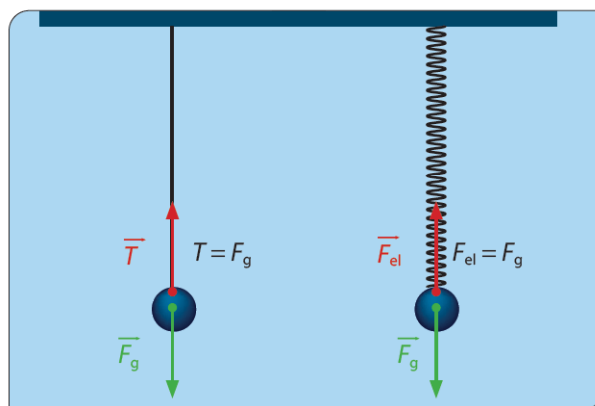
- Силе $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ имају супротне смерове и $F_2 > F_1$, па је

$$F_r = F_2 - F_1 = 3 \text{ N} - 2 \text{ N} = 1 \text{ N} \quad (\text{слика 3.7.6Б})$$



Слика 3.7.6:
уз пример 3.7.1

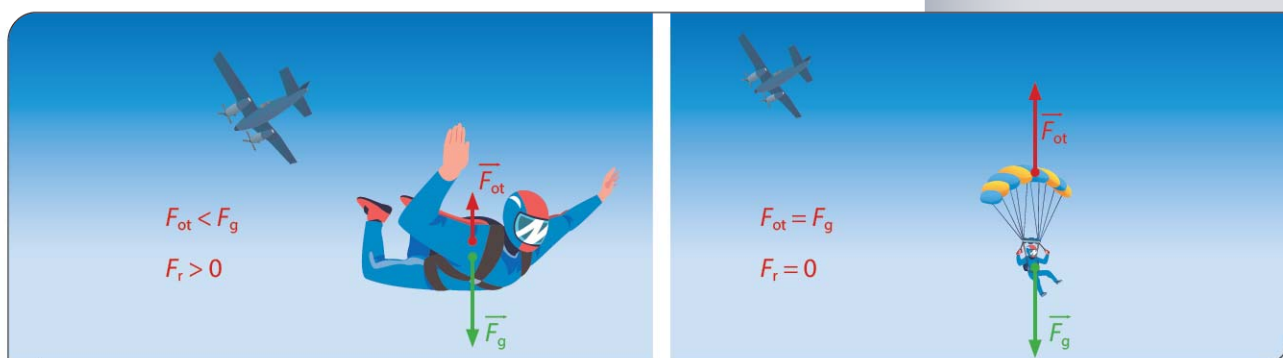
НЕКИ ОД ПРИМЕРА ЗА ДЕЛОВАЊЕ ДВЕ СИЛЕ



Слика 3.7.7: Деловање две силе супротног смера на куглу окачену о нит и о еластичну опругу.

На слици 3.7.7 видимо две кугле: једна је окачена о нит, а друга о еластичну опругу. На прву куглу делују две силе супротног смера – сила теже $\vec{F}_g$ и сила затезања нити $\vec{T}$. На другу – сила теже $\vec{F}_g$ и сила елестичности опруге $\vec{F}_{el}$.

Пошто кугле мирују, резултанта сила које делују на њу једнака је нули. Зато су силе затезања $\vec{T}$ и еластичности $\vec{F}_{el}$ по интензитету једнаке сили теже $\vec{F}_g$ ($T = F_g$ и $F_{el} = F_g$).

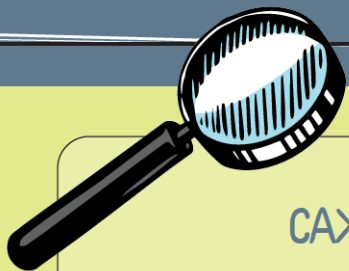


3.7.8: Деловање силе теже $\vec{F}_g$ и силе отпора ваздуха $\vec{F}_{ot}$ на падобранца.

У тренутку када искочи из авиона на падобранца делују две силе супротног смера – сила теже $\vec{F}_g$ и сила отпора ваздуха $\vec{F}_{ot}$ (слика 3.7.8). Непосредно након искакања сила теже је јача од силе отпора ваздуха, па се брзина падобранца повећава. С повећањем брзине, а и након отварања падобрана, сила отпора по јачини постаје једнака сили теже, тако да се од тог тренутка падобранац спушта равномерно на земљу



- Шта је резултанта или резултујућа сила?
- Како налазимо резултанту сила истог правца и смерова?
- Како налазимо резултанту сила истог правца, а супротних смерова?
- Навести неки пример када на тело делују две или више сила.



САЖЕТАК

- **Интеракције** су узајамна деловања међу телима. Као последица интеракције тела се покрећу, мењају тренутну брзину или се деформишу. Све интеракције делимо на непосредне (директни контакти) и посредне.
- **Непосредне интеракције** су међусобна деловања у којима су тела у директном контакту, као што су: судари, кретање једног чврстог тела преко другог или кроз средину.
- **Посредне интеракције** одвијају се на даљину преко физичких поља (гравитационог, електричног или магнетног).
- **Деформација** је промена облика тела и она је углавном последица непосредне интеракције.
- **Еластичност** је особина тела да се одупире деформацијама.
- Према понашању тела, након промене облика, све деформације можемо поделити на **еластичне** и **пластичне**.
- После еластичних деформација тела се враћају у првобитан облик, а после пластичних не.
- **Трење** је отпор подлоге при покретању или кретању тела по њој. Услед трења тела смањују своју брзину у односу на подлогу, а некад се загревају. Разликујемо трења мировања, клизања и котрљања.
- **Трење мировања** је отпор подлоге покретању тела.
- **Трење клизања** је отпор подлоге при кретању тела по њој.
- **Трење котрљања** је отпор подлоге телу које се котрља по њој.
- **Отпор средине** је отпор који нека средина, течна или гасовита, пружа кретању тела кроз њу. Јачина отпора средине зависи од брзине кретања, попречног пресека и облика тела, као и од врсте средине кроз коју се то тело креће.
- **Магнети** су предмети који привлаче друге магнете или оне направљене од гвожђа, кобалта или никла. Сваки магнет има два пола: северни и јужни. Два иста пола се одбијају, а различити се привлаче.
- **Намагнетисаност** је физичка особина тела која се понашају као магнети.
- **Магнетна интеракција** је узајамно деловање међу магнетима и намагнетисаним телима. Може бити привлачна или одбојна. Два иста пола се одбијају, док се различити привлаче.
- **Магнетно поље** је невидљива област око магнета преко кога они узајамно делују. Оно је преносилац узајамног деловања међу магнетима.
- **Наелектрисаност** је физичка особина тела која се испољава када у њима доминира једна врста наелектрисања: позитивно или негативно.
- **Електрична интеракција** је узајамно деловање међу наелектрисаним телима. Може бити привлачна и одбојна. Наелектрисања истог знака се одбијају, а различита привлаче.
- **Електрично поље** је невидљива област око наелектрисаних тела преко кога она узајамно делују. Оно је преносилац узајамног деловања међу наелектрисањима.
- **Гравитациона интеракција** постоји међу свим телима и она је увек привлачна. Осећа се међу телима као што су планете или звезде. Невидљиву област у којој се осећа гравитационо деловање називамо **гравитационо поље**.



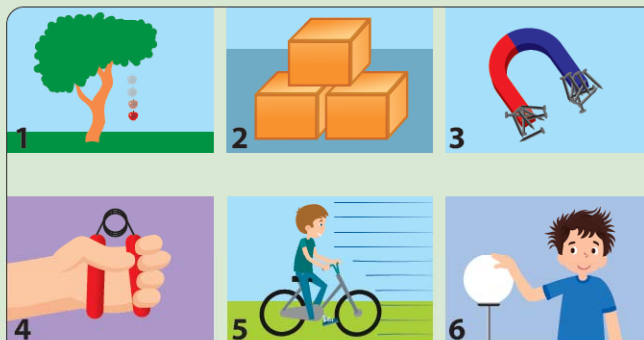


- **Сила** је физичка величина која бројно описује интеракцију међу телима. Кажемо да је сила мера за одређену интеракцију међу телима. Сила је векторска физичка величина одређена интензитетом, правцем, смером и нападном тачком. Означавамо је са $\vec{F}$, а мерна јединица је њутн, N.
- **Силе које су мера непосредних интеракција**
- **Силе трења** су мера отпора које једно чврсто тело пружа другом, преко додирне површине, приликом његовог покретања или кретања. У зависности од тога да ли се ради о покретању, клизању или котрљању, разликују се:
 - 1) **сила трења мировања** – мера за отпор покретању тела
 - 2) **сила трења клизања** – мера за отпор релативном кретању тела
 - 3) **сила трења котрљања** – мера за отпор котрљању тела
- **Сила еластичности** – мера за отпор које тело пружа деформацијама. Силе еластичности које делују на крајевима еластичне опруге враћају је након деформација у недеформирано стање.
- Однос силе F која издужује опругу и издужености или сабијености x за дату опругу је исти: $\frac{F_1}{x_1} = \frac{F_2}{x_2}$.
- Мерни инструмент за мерење силе је **динамометар**. Број подељка на покретној скали који се види изван кућишта динамометра сразмеран је интензитету силе.
- **Силе које су мера посредних интеракција**
- **магнетна сила** – мера за магнетну интеракцију, узајамно деловање намагнетисаних тела
- **електрична сила** – мера за електричну интеракцију, узајамно деловање наелектрисаних тела
- **гравитациона сила** – мера за гравитациону интеракцију
- **Сила Земљине теже** или краће **сила теже** $\vec{F}_g$ је сила којом Земља привлачи сва тела на својој површини и у њеној близини.
- **Тежина тела** $\vec{Q}$ је сила којом тело притиска подлогу или затеже нит о коју је обешено. Нападна тачка тежине тела је у крају нити за које је тело окачено (тачки вешања тела), или у подлози, испод додирне површине два чврста тела.
- Мерна јединица за тежину је иста као и за силу: **њутн, N**.
- **Тежиште** је нападна тачка силе теже. Ако су тела правилног геометријског облика, тежиште им је у центру.
- Сила теже и тежина тела су силе истог интензитета, правца и смера, само су им нападне тачке различите. Сила теже има нападну тачку у посматраном телу, а тежина у другом телу, на које ово прво делује.
- У **бестежинском стању** тежина тела једнака је нули.
- **Резултанта** или **резултујућа сила** $\vec{F}_r$ је сила чије деловање замењује деловање две или више сила. Налази се као векторски збир две или више сила.
- Када на тело делују две силе истог смера, бројна вредност резултанте $\vec{F}_r$ једнака је збиру бројних вредности тих сила: $F_r = F_1 + F_2$.
- Када на тело делују две силе супротних смерова, бројна вредност резултанте $\vec{F}_r$ једнака је разлици бројних вредности јаче и слабије силе $F_r = F_2 - F_1$.
- Ако је резултанта сила једнака нули, тело ће мировати или се кретати равномерно праволинијски.



ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

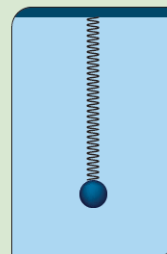
1. Које од наведених интеракција су посредне:
а) деловање магнета,
б) деловање наелектрисаног балона на папирне конфете,
в) судар два тела,
г) савијање жице?
2. Која тела узајамно делују у гравитационој интеракцији:
а) планете, б) магнети, в) звезде, г) наелектрисања?
3. Шта може да се деси са физичким телима при посредним интеракцијама:
а) одбијају се или привлаче, б) деформишу се,
в) покрећу се или мењају брзину, г) намагнетишу се?
4. Које од наведених величина су векторске физичке величине:
а) време, б) тренутна брзина,
в) пређени пут, г) сила, д) средња брзина?
5. Које од наведених интеракција су само привлачне:
а) гравитациона б) електрична в) магнетна
6. Које од датих мерних јединица су мање од њутна?
а) MN б) mN в) kN г) cN
7. Сваку од слика повежи са одговарајућом силом која делује у приказаној ситуацији.
а) сила отпора ваздуха током кретања _____
б) магнетна сила _____
в) електрична сила _____
г) гравитациона сила _____
д) тежина тела _____
ђ) еластична сила _____





8. Кугла је окачена о еластичну опругу.
Које од датих сила делују на њу?

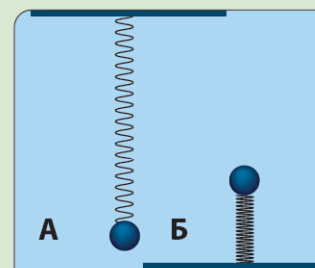
а) еластична б) сила трења
в) магнетна д) сила теже е) сила отпора ваздуха



9. Колико је у њутнима, N:

а) 0,5 kN _____, б) 800 mN _____,
в) 100 cN _____, г) 0,03 MN _____?

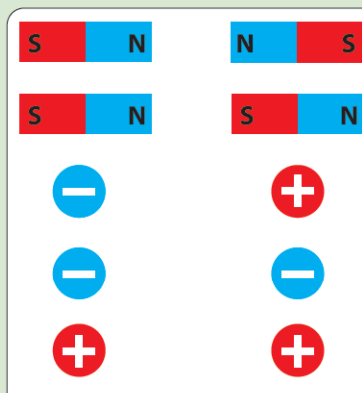
10. Куглу А) окачимо о опругу и Б) ставимо на опругу.
Како делују силе еластичности на куглу у оба случаја?
Доцртати их на сликама.



11. Падобранац се спушта отвореним падобраном. Која од наведених сила не делује на њега:

а) сила отпора ваздуха, б) сила теже,
в) сила трења, г) сила затезања канапа?

12. Уцртати смер деловања електричних и магнетних сила за тела на слици.



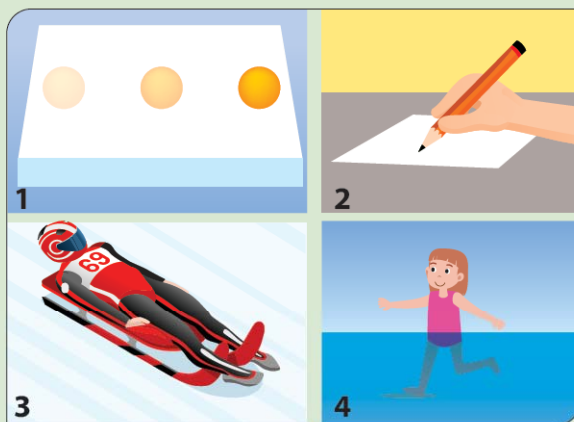
13. Које од деформација се дешавају у следећим случајевима (ставити слово Е ако је еластична, а слово П ако је пластична):

а) седење на пилатес лопти, _____
б) прављење фигура од пластелина, _____
в) савијање жица на гитари током свирања, _____
г) истезање гардеробе након дугог ношења, _____
д) рад са тракама за истезање у вежбаоници? _____

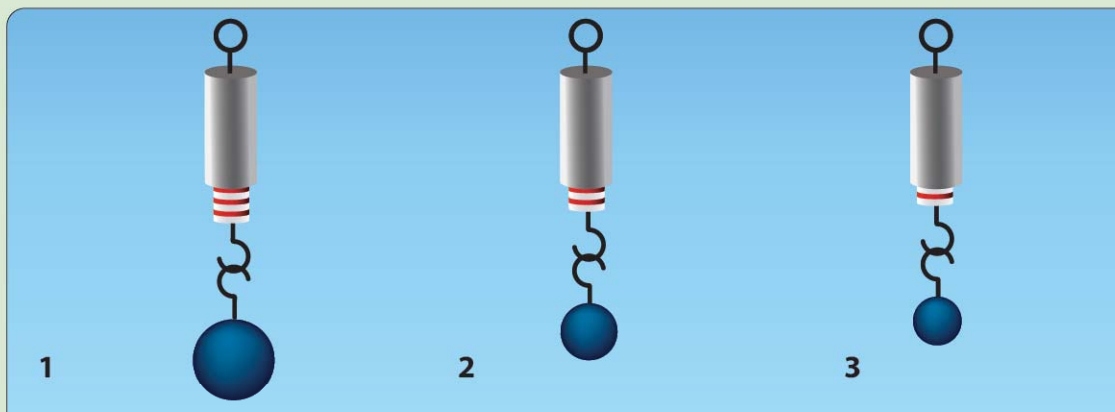


14. Сваком од приказаних случајева на слици придружи одговарајућу силу отпора:

- а) сила отпора средине _____
- б) сила трења мировања _____
- в) сила трења клизања _____
- г) сила трења котрљања _____



15. Ако је вредност једног подељка на динамометру $0,5\text{ N}$, колике су тежине кугли 1, 2 и 3 са слике (дописати на црту)?



1. _____ N 2. _____ N 3. _____ N

16. Ако недеформисану опругу истегнемо силом од 4 N , издужиће се за 2 cm . За колико ће се сабити иста опруга из недеформисаног стања ако је сабијемо силом од 1 N ?

- а) 2 cm б) 1 cm в) $0,5\text{ cm}$ г) 3 cm

17. Дужина опруге у недеформисаном стању је 5 cm . Ако на њен крај окачимо тег тежине 10 N , њена дужина ће бити 7 cm . Колика ће бити дужина те опруге ако на њу окачимо тег тежине 15 N ?

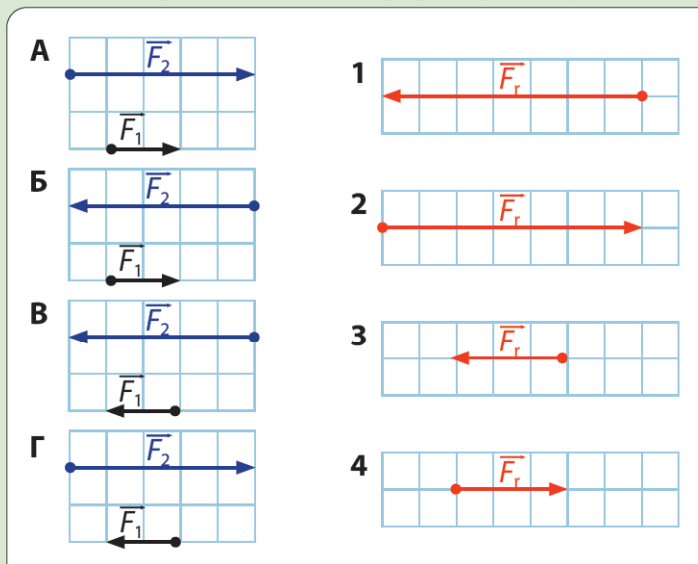
- а) $6,5\text{ cm}$ б) 7 cm в) $7,5\text{ cm}$ г) 8 cm



18. Ако за недеформisanу опругу окачимо тег тежине 4 N, издужиће се за 2 cm. Колику тежину тегова морамо додати да бисмо издужили опругу за још 4 cm ?

- а) 4 N б) 6 N в) 8 N г) 10 N

19. Сваком пару сила придружити одговарајућу резултанту.

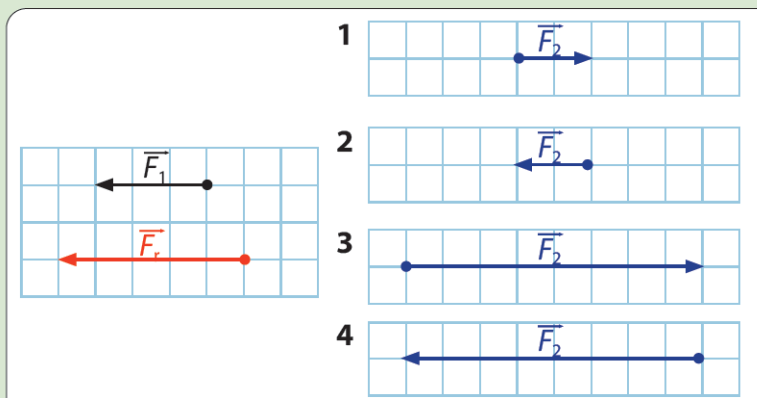


- A) _____ Б) _____ В) _____ Г) _____

20. Повежи појмове са речима које их описују.

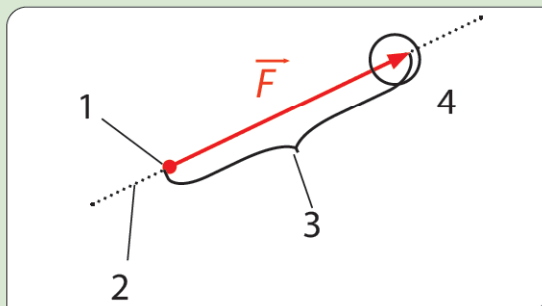
- | | |
|----------------------|--|
| а) сила _____ | 1. промена облика тела |
| б) деформација _____ | 2. узајамно деловање |
| в) интеракција _____ | 3. мера за интеракцију |
| г) трење _____ | 4. отпор кретању и покретању међу чврстим телима |

21. На слици лево је дата сила $\vec{F}_1$. Који вектор од четири вектора, од 1 до 4, одговара сили $\vec{F}_2$, да би резултанта вектора $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, имала исти интензитет, правац и смер као и вектор $\vec{F}_r$ на слици лево?





22. Сваком од елемената вектора придружити одговарајући број са слике.



- а) интензитет _____
- б) правац _____
- в) смер _____
- г) нападна тачка _____

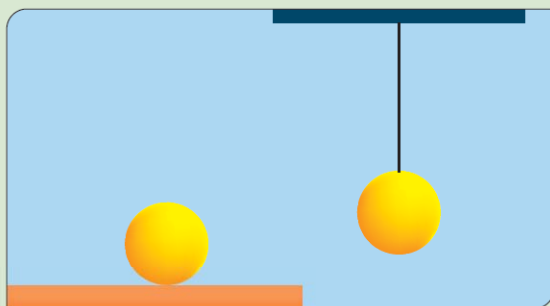
23. Сваку физичку величину повежи са одговарајућом мерном јединицом или јединицама.

- | | | |
|------------------------|-------|------------------|
| а) пређени пут _____ | 1) s | 4) N |
| б) време кретања _____ | 2) m | 5) $\frac{m}{s}$ |
| в) сила _____ | 3) km | 6) mN |
| г) брзина _____ | | |
| д) тежина _____ | | |

24. Допуни следеће реченице:

- а) Ознака за силу је _____, а за мерну јединицу је _____.
- б) Ознака за тежину је _____, а за мерну јединицу _____.
- в) Ознака за истегнутост опруге је _____, и изражава се обично у _____.
- г) Динамометар је _____.

25. Доцртати на слици тежину тела када је А) кугла на хоризонталној подлози и Б) окачена о нит.

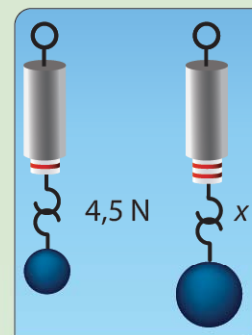




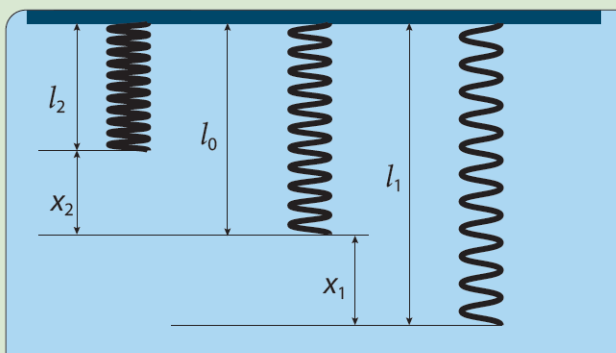
26. Који од датих инструмената служи за оријентацију у простору:

- а) брзинометар,
- б) метар,
- в) динамометар,
- г) компас?

27. Тежина тела коју показује динамометар лево је 4,5 N. Колика је тежина тела на слици десно?



28. Дужина опруге у истегнутом стању, након што је на њу окачен тег тежине 10 N је 8 cm. При томе се опруга истегла за 2 cm. Колика ће бити дужина опруге ако је сабијемо силом од 5 N?

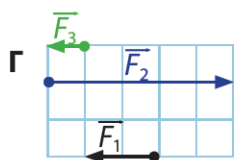
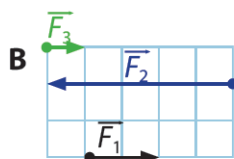
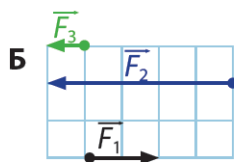
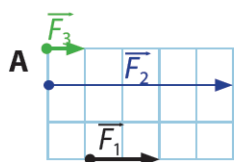


Помоћ: Прво наћи дужину недеформисане опруге l_0 (погледати слику 3.6.4 у лекцији 3.6). Затим преко формуле за везу између деформација опруге и сила $\frac{F_1}{x_1} = \frac{F_2}{x_2}$, наћи сабијеност опруге x_2 , па онда дужину опруге l_2 у сабијеном стању.

29. Дужина недеформисане опруге је 15 cm. Ако на опругу окачимо један тег, дужина опруге ће бити 17 cm. Колика ће бити дужина опруге ако на њу окачимо још три таква тега? Колика је онда укупна истегнутост опруге?



30. Придружи силама одговарајућу резултанту.



A) _____

Б) _____

В) _____

Г) _____

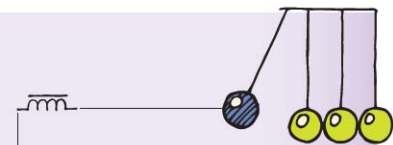
4 МЕРЕЊЕ

- КАКО МЕРИМО ПОВРШИНУ И ЗАПРЕМИНУ ТЕЛА?
- ШТА СУ ДИРЕКТНА, А ШТА ИНДИРЕКТНА МЕРЕЊА?
- ЗАШТО ПРИ МЕРЕЊУ ПРАВИМО ГРЕШКУ?
- ЧИМЕ МЕРИМО РАЗЛИЧИТЕ ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ?
- ОБЛАСТ 4 НАС УВОДИ У МЕРЕЊА.



4.1 ОСНОВНЕ И ИЗВЕДЕНЕ ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ И ЊИХОВЕ МЕРНЕ ЈЕДИНИЦЕ

МЕЂУНАРОДНИ СИСТЕМ МЕРА



- основне физичке величине,
- изведене физичке величине,
- адитивност,
- мензура



физичка тела којима смо окружени можемо регистровати помоћу чула: вида, слуха, мириса, додира и укуса. Свако физичко тело чини одређена грађа. Супстанција је грађа од које су сачињена физичка тела. Физичко поље је део простора које постоји око физичког тела, а преко којег делује на неко друго тело. Физичке величине нам служе у физици за бројно описивање особина физичких тела. Мерна јединица је величина која је унапред одређена договором. Све физичке величине изражавамо преко ње.

ОСНОВНЕ И ИЗВЕДЕНЕ ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ

Када се спремамо да са другарима идемо да играмо кошарку, проверавамо на апликацији на телефону временску прогнозу. Интересује нас температура ваздуха, брзина ветра, да ли ће падати киша. Док играмо кошарку, битна је брзина кретања, висина играча, висина скока, јачина ударца. Лопта пада на земљу под дејством силе Земљине теже. Лопта којом се игра кошарка је већа од оне којом играмо тенис. Док играмо, морамо да водимо рачуна и о томе да свака четвртина кошаркашке утакмице траје 10 min. У овом примеру смо се подсетили онога што смо научили у претходној лекцији. Лопта је физичко тело, ветар и киша су физичке појаве, у састав ваздуха улазе честице– супстанција. Сила Земљине теже је повезана са гравитационим пољем земље– физичко поље. Величину лопте описујемо запремином, висину скока и играча дужином, брзина описује кретање, сила јачину ударца, величину длана који удара лопту описујемо површином. Загрејаност ваздуха описује температура, трајање утакмице описује време. Подсетили смо се да су ово физичке величине које описују физичка тела, физичке појаве, супстанцију, физичка поља.



Слика 4.1.1: Висина играча и скока се описује дужином. Величина лопте се описује запремином. Величина длана се описује површином.



Слика 4.1.2: Ветар и киша су физичке појаве. Температура описује меру загрејаности ваздуха.

Постоје основне и изведене физичке величине. **Основне физичке величине** и њихове мерне јединице су дате у следећој табели:

ФИЗИЧКА ВЕЛИЧИНА	ОЗНАКА	МЕРНА ЈЕДИНИЦА	ОЗНАКА ЗА МЕРНУ ЈЕДИНИЦУ
ДУЖИНА	l	МЕТАР	m
МАСА	m	КИЛОГРАМ	kg
ВРЕМЕ	t	СЕКУНД	s
ТЕМПЕРАТУРА	T	КЕЛВИН	K
ЈАЧИНА СТРУЈЕ	I	АМПЕР	A
ЈАЧИНА СВЕЛОСТИ	J	КАНДЕЛА	cd
КОЛИЧИНА СУПСТАНЦИЈЕ	n	МОЛ	mol

Табела 4.1.1. Основне физичке величине

Неке од основних физичких величина смо поменули у примеру: дужина, температура, време. Остале физичке величине, као што су површина, запремина, брзина су **изведене физичке величине**.

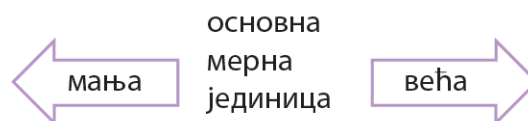
Када смо у другој области учили кретање, помињали смо пређени пут, време и брзину кретања. Подсетимо се да за равномерно праволинијско кретање важи формула $v = \frac{s}{t}$. Брзина је изведена физичка величина јер је изводимо преко пређеног пута и времена, које су основне физичке величине. Мерну јединицу за брзину такође изводимо помоћу мерних јединица за пређени пут и време, $\frac{m}{s}$.

Табела мерних јединица за време је већ дата у лекцији 2.2, овде је понављамо ради присећања.

← мања			основна мерна јединица	→ већа	
НАЗИВ	МИЛИСЕКУНДА	ЦЕНТИСЕКУНДА	СЕКУНДА	МИНУТ	САТ
ОЗНАКА	ms	cs	S	min	h
БРОЈНА ВРЕДНОСТ У ОДНОСУ НА МЕРНУ ЈЕДИНИЦУ	$\frac{1s}{1000}$	$\frac{1s}{100}$		60 s	3600 s

Табела 4.1.2. Мерне јединице за време

Табелу мерних јединица за дужину правимо слично табели 3.4.1 из лекције 3.4.



НАЗИВ	МИКРОМЕТАР	МИЛИМЕТАР	ЦЕНТИМЕТАР	ДЕЦИМЕТАР	МЕТАР	КИЛОМЕТАР
ОЗНАКА	μm	mm	cm	dm	m	km
БРОЈНА ВРЕДНОСТ У ОДНОСУ НА МЕРНУ ЈЕДИНИЦУ	$\frac{1}{100000} \text{ m}$	$\frac{1}{1000} \text{ m}$	$\frac{1}{100} \text{ m}$	$\frac{1}{10} \text{ m}$		1000 m

Табела 4.1.3 Мерне јединице за дужину.

За сваку мерну јединицу имамо мање и веће јединице од основне. Префикси за мање су микро, мили, центи, деци, а за веће кило, мега... (наравно, има још мањих и још већих мерних јединица којима одговарају други префикси, али ми ћемо се сада ограничити на овим префиксима).

ПРЕФИКС	МИКРО-	МИЛИ-	ЦЕНТИ-	ДЕЦИ-	ОСНОВНА МЕРНА ЈЕДИНИЦА	КИЛО-	МЕГА-
ОЗНАКА	μ	m	c	d		k	M
БРОЈНА ВРЕДНОСТ У ОДНОСУ НА МЕРНУ ЈЕДИНИЦУ	$\frac{1}{100000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{10}$		1000	$100\ 000$

Табела 4.1.4. Префикси мерних јединица

ПОВРШИНА И ЗАПРЕМИНА

У табели 1.3.2. су дате вредности површина неких геометријских фигура као и запремина геометријских тела које су вам већ познате из математике.

Површина је изведена физичка величина јер је изводимо преко основне физичке величине, дужине. Површина правоугаоника $P = a \cdot b$ једнака је производу две дужине, странице правоугаоника. Мерну јединицу за површину изводимо преко мерних јединица за дужину: $\text{m} \cdot \text{m} = \text{m}^2$. Површина квадрата $P = 2 \cdot (a \cdot b + b \cdot h + a \cdot h)$ једнака је двоструком збиру производа дужине и ширине, ширине и висине и дужине и висине квадрата. Мерна јединица опет одговара производу две дужине $\text{m} \cdot \text{m} = \text{m}^2$.

Запремина је такође изведена физичка величина коју, исто као и површину, изводимо преко дужине. Запремина коцке $V = a^3$ или квадрата $V = a \cdot b \cdot h$ једнаке су производу три дужине, па је и мерна јединица за запремину $\text{m} \cdot \text{m} \cdot \text{m} = \text{m}^3$.

Ако смо ово разумели, можемо да изведемо и мерне јединице за површину и запремину које су мање, односно веће од основне јединице. Из табеле 4.1.4 видимо да је $1\text{cm} = \frac{1}{100}\text{m}$, па ће $1\text{cm}^2 = \left(\frac{1}{100}\right)^2 \text{m}^2 = \frac{1}{10000} \text{m}^2$. Узмимо сада из исте табеле да је $1\text{dm} = \frac{1}{10}\text{m}$, па је $1\text{dm}^3 = \left(\frac{1}{10}\right)^3 \text{m}^3 = \frac{1}{1000} \text{m}^3$.

НАПОМЕНА:

Иако смо у математици навикли да користимо ознаку P за површину, у физици је уобичајено да се користи ознака S због енглеске речи за површину „surface“.

НАЗИВ	МИЛИМЕТАР КВАДРАТНИ	ЦЕНТИМЕТАР КВАДРАТНИ	ДЕЦИМЕТАР КВАДРАТНИ	ОСНОВНА МЕРНА ЈЕДИНИЦА ЗА ПОВРШИНУ	КИЛОМЕТАР КВАДРАТНИ
ОЗНАКА	mm ²	cm ²	dm ²	m ²	km ²
БРОЈНА ВРЕДНОСТ У ОДНОСУ НА МЕРНУ ЈЕДИНИЦУ	$\left(\frac{1}{1000}\right)^2 m^2 = \frac{1}{1000000} m^2$	$\left(\frac{1}{100}\right)^2 m^2 = \frac{1}{10000} m^2$	$\left(\frac{1}{10}\right)^2 m^2 = \frac{1}{100} m^2$		$1000^2 m^2 = 1000000 m^2$

Табела 4.1.5 Табела мерних јединица за површину

Као мере за површину користе се још увек јединице „ар“ - ознака а и „хектар“ - ознака ha, иако нису јединице међународног система мера. $1 \text{ a} = 100 \text{ m}^2$, $1 \text{ ha} = 100 \text{ a} = 100000 \text{ m}^2$.

НАЗИВ	МИЛИМЕТАР КУБНИ	ЦЕНТИМЕТАР КУБНИ	ДЕЦИМЕТАР КУБНИ	ОСНОВНА МЕРНА ЈЕДИНИЦА ЗА ПОВРШИНУ	КИЛОМЕТАР КУБНИ
ОЗНАКА	mm ³	cm ³	dm ³	m ³	km ³
БРОЈНА ВРЕДНОСТ У ОДНОСУ НА МЕРНУ ЈЕДИНИЦУ	$\left(\frac{1}{1000}\right)^3 m^3 = \frac{1}{1000000000} m^3$	$\left(\frac{1}{100}\right)^3 m^3 = \frac{1}{1000000} m^3$	$\left(\frac{1}{10}\right)^3 m^3 = \frac{1}{1000} m^3$		$1000^3 m^3 = 1000000000 m^3$

Табела 4.1.6. Табела мерних јединица за запремину

Као мера за запремину користи се још увек јединица „литар“ - ознака l. $1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$. $1 \text{ ml} = \frac{1}{1000} \text{ l} = \frac{1}{1000} 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ cm}^3$

МЕРЕЊЕ ПОВРШИНЕ

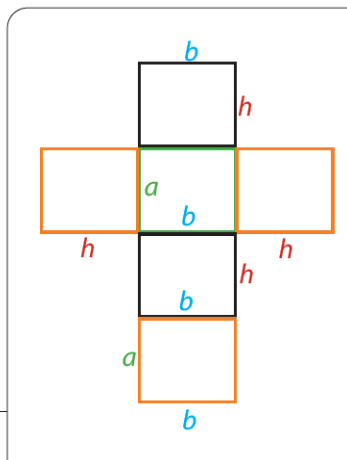
Површину фигуре правилног облика меримо тако што измеримо дужину њених страница и искористимо одговарајућу формулу дату у табели 1.3.2. Ако не волимо да памтимо формуле, довољно је знати да површину правоугаоника чије су странице a и b рачунамо према формули $S = a \cdot b$. Из ове формуле следе све остале. У случају квадрата $b = a$ па је $S = a \cdot a = a^2$.

Површина две или више различитих фигура једнака је збиру површина сваке фигуре. Каже се и да је површина **адитивна величина**.

Површину квадра можемо да одредимо тако што расклопимо картонску кутију у равни. Добијамо следећу слику:

На основу слике 4.1.3 изводи-мо формулу за површину квадра тако што саберемо све површине од којих су по две једнаке: $2 \cdot (a \cdot b + b \cdot h + a \cdot h)$

Слика 4.1.3. Расклопљена кутија -површина квадра



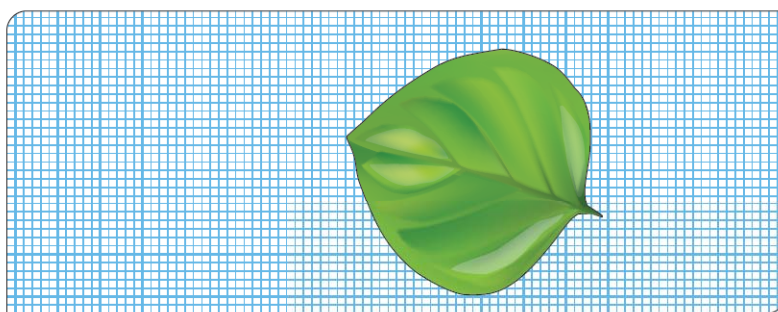
САЗНАЈ ВИШЕ

Адитивне величине су оне које могу да се сабирају. Реч адитивност потиче од латинске речи *additio* која значи додавање.

Површину фигуре неправилног облика можемо приближно да одредимо користећи милиметарски папир. Милиметарски папир је издељен на квадратиће димензија $1\text{ mm} \cdot 1\text{ mm} = 1\text{ mm}^2$, за разлику од оног из свеске за физику чији су квадратићи димензија $1\text{ cm} \cdot 1\text{ cm} = 1\text{ cm}^2$.

Узмимо на пример лист дрвета.

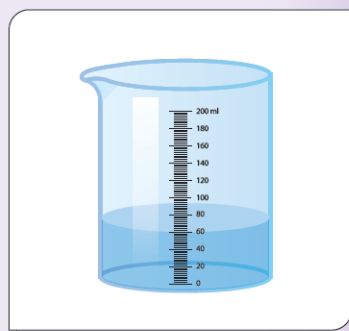
Ставимо лист на милиметарски папир и оловком га ограничимо следећи линије по којима је папир издељен (слика 4.1.4). Избројимо квадратиће које смо исцртали. Површину листа приближно рачунамо као производ броја и површине једног квадратића: $= n \cdot 1\text{ mm}^2$, где је n број квадратића.



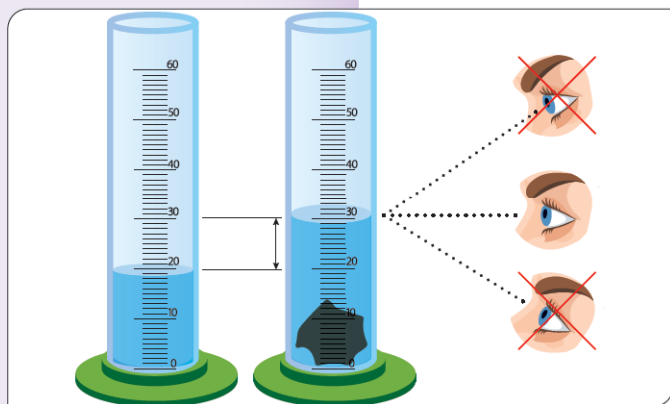
Слика 4.1.4. Одређивање површине фигуре неправилног облика

МЕРЕЊЕ ЗАПРЕМИНЕ

Слично мерењу површине, запремину тела правилног облика меримо тако што измеримо дужину њених ивица и искористимо одговарајућу формулу дату у табели 1.3.2. За мерење тела неправилног облика користимо мензур. **Мензура** је чаша од стакла на којој је обележена мерна скала.



Слика 4.1.5. Мензура



Слика 4.1.6. Мерење запреmine тела неправилног облика

У мензур прво сипамо течност и читамо ниво течности на скали мензуре. Затим у течност убацимо тело, примећујемо да се ниво течности подиже, поново га читамо. Запремина тела неправилног облика једнака је разлици нивоа течности после и пре убацивања тела. Док читавамо нивое течности, водимо рачуна о томе да ниво ока буде у нивоу течности. О мерењу запреmine тела неправилног облика ћемо причати и у оквиру лекције 5.7.



- Навестиседам основних физичких величина и њихове мерне јединице.
- Навести неку изведену физичку величину.
- Изразити 1 m^2 у mm^2 .
- Како бисмо рачунали површину кутије без поклопца?
- Због чега је мерење површине листа на милиметарском папиру (слика 4.1.4) приближно?

4.2 ГРЕШКЕ МЕРЕЊА

СРЕДЊА ВРЕДНОСТ МЕРЕНЕ ВЕЛИЧИНЕ

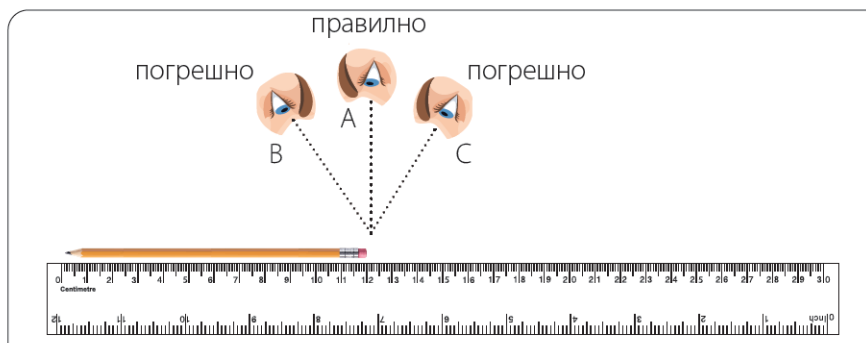


Постоји седам основних физичких величина, све остале су изведене. Мерење површине и запремине тела правилног облика своди се на мерење дужине. Мензура је чаша од стакла на којој је обележена мерна скала, коју користимо за мерење запремине тела неправилног облика.

ГРЕШКЕ МЕРЕЊА

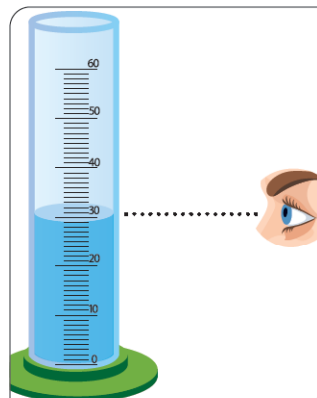
У претходној лекцији смо навели пример мерења површине листа помоћу милиметарског папира. Напоменули смо да ту површину можемо да одредимо приближно. Научили смо и да се запремина тела неправилног облика одређује помоћу мензуре, а да при читавању нивоа течности у мензури ниво ока мора да буде у нивоу течности. Да бисмо одредили површину фигуре и запремину тела правилних облика, меримо дужину њихових страница, тј. ивица. Дужину ћемо највероватније мерити лењиром, при читавању подељака на лењиру такође је битан положај ока. Видимо да је при мерењу лако направити грешку.

Кренимо од најједноставнијег мерења дужине лењиром.

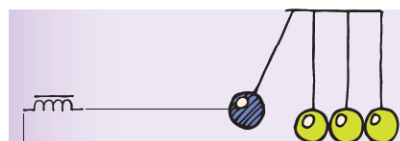


Слика 4.2.1. Правилно мерење лењиром

Положај ока мора да буде тачно изнад лењира, оловка мора да буде изравнана са лењиром. Ако више пута меримо, приметимо да не добијамо увек исту вредност јер ће нам некад положај ока скренути, некад оловку нећемо правилно прислонити уз лењир, а често се деси да крај оловке буде између два подељка, па по сопственој процени закључимо ком подељку је ближи.



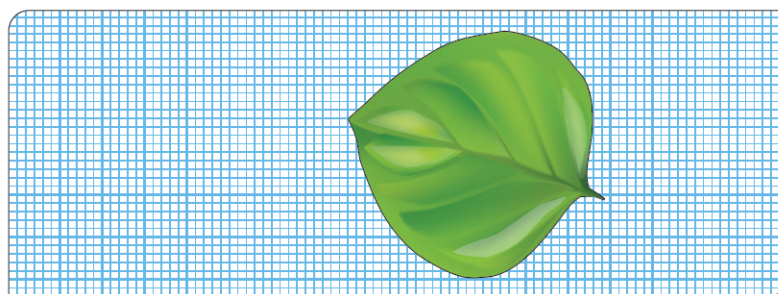
Слика 4.2.2. Правилно мерење мензуром



- грешке мерења,
- средња вредност,
- апсолутна грешка,
- релативна грешка,
- резултат мерења

У претходној лекцији смо већ напоменули да када читавамо скалу на мензури, ниво очију мора да буде у нивоу течности. Код течности у мензури, нпр. воде, примећујемо и да је течност благо савијена према зидовима суда, посебно ако је мензура ужа. Због тога положај ока треба да буде у нивоу средишњег дела мензуре. Слично као код мерења дужине, положај ока, ниво течности који се налази између два подељка на скали, узрокују то да понављањем мерења не добијамо исту вредност.

Вратимо се на пример мерења површине тела неправилног облика. Ако пажљиво погледамо, линије које смо цртали, следећи линије милиметарског папира, одступају од граница самог листа. Ту је већ направљена грешка при мерењу, зато и знамо да површину листа одређујемо приближно. Ако више група ученика одређује површину истог листа, свако ће добити различиту вредност, јер ће на различити начин повлачити линије. Може се десити и да не избројимо добро квадратиће, тј. да случајно при бројању неки додамо или одузмемо.



Слика 4.2.3. Мерење површине тела неправилног облика

Све о чему смо говорили у три примера доводи до **грешке мерења**. Све грешке мерења које смо овде навели су случајне грешке мерења јер су продукт ефеката које не можемо да контролишемо (положај ока, положај оловке, бројање квадратића милиметарског папира...). Због тога мерења вршимо више пута. Понављање броја мерења смањује утицај случајне грешке.

СРЕДЊА ВРЕДНОСТ МЕРЕНЕ ВЕЛИЧИНЕ

Измерене вредности поновљених мерења користимо за рачунање средње вредности. **Средња вредност** је једнака збиру мерених вредности подељеним са бројем мерења. Нека смо једну физичку величину x мерили пет пута (већим бројем поновљених мерења добијамо поузданији резултат). Вредности поновљених мерења ћемо обележити са x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 . Средња вредност се рачуна према формули $x_{sr} = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5)}{5}$. Након израчунате средње вредности, рачунамо одступање сваке мерене вредности од средње. Ова одступања означавамо са $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \Delta x_4, \Delta x_5$ и рачунамо их као апсолутну вредност разлике мерене и средње вредности.

$\Delta x_1 = |x_1 - x_{sr}|, \Delta x_2 = |x_2 - x_{sr}|, \Delta x_3 = |x_3 - x_{sr}|, \Delta x_4 = |x_4 - x_{sr}|, \Delta x_5 = |x_5 - x_{sr}|$. Највеће од ових одступања представља апсолутну грешку, Δx . Апсолутну грешку заокружујемо на већу вредност, тако да само једна цифра буде различита од нуле.

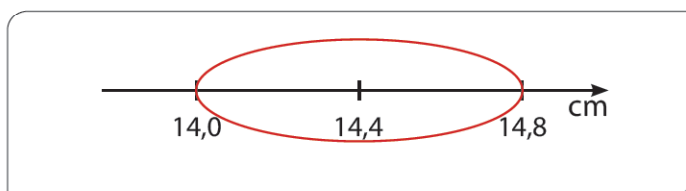
Нека су резултати мерења

$$x_1 = 14,1 \text{ cm}, x_2 = 14,3 \text{ cm}, x_3 = 14,4 \text{ cm}, x_4 = 14,6 \text{ cm}, x_5 = 14,7 \text{ cm}.$$

Средња вредност ће бити $\frac{x_{sr} = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5)}{5} = 14,42 \text{ cm}$

Рачунањем добијамо $\Delta x_1 = |x_1 - x_{sr}| = 0,32 \text{ cm}$, $\Delta x_2 = |x_2 - x_{sr}| = 0,22 \text{ cm}$, $\Delta x_3 = |x_3 - x_{sr}| = 0,02 \text{ cm}$, $\Delta x_4 = |x_4 - x_{sr}| = 0,18 \text{ cm}$, $\Delta x_5 = |x_5 - x_{sr}| = 0,28 \text{ cm}$. Највеће одступање од средње вредности је $\Delta x_1 = 0,32 \text{ cm}$, па је то и апсолутна грешка мерења. Према правилу о заокруживању апсолутне грешке добијамо да је $\Delta x = 0,4 \text{ cm}$.

Резултат мерења представљамо као $x = (x_{sr} \pm \Delta x)$ [мерна јединица] при чему вредност x_{sr} заокружујемо на онолико децимала колико их има апсолутна грешка Δx . Средњу вредност $x_{sr} = 14,42 \text{ cm}$ из примера заокружујемо на $14,4 \text{ cm}$ и резултат мерења пишемо као $x = (14,4 \pm 0,4) \text{ cm}$. Знак $\pm$ означава да су све вредности од $(14,4 - 0,4) \text{ cm}$ до $(14,4 + 0,4) \text{ cm}$ могући резултати мерења. На слици 4.2.4 резултати мерења су представљени на бројевној правој.



Слика 4.2.4 Резултати мерења

Релативна грешка мерења се рачуна као количник апсолутне грешке и средње вредности. Означава се са δx . $\delta x = \frac{\Delta x}{x_{sr}}$. Уобичајено је да се ова грешка изражава у процентима, што записујемо као $\delta x = \frac{\Delta x}{x_{sr}} \cdot 100 \%$.

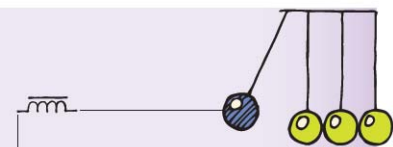


- Навести правила за мерење дужине лењиром и читавање скале мензуром.
- Навести разлоге због којих настаје грешка мерења.
- Због чега понављамо мерења више пута?
- Којом формулом ћемо рачунати средњу вредност мерене запремине, ако је мерење вршено четири пута?
- Шта је апсолутна грешка и које је правило за њено заокруживање?

Апсолутна грешка се не заокружује по математичким правилима, него увек на већу вредност. Средња вредност мерене величине се заокружује по математичким правилима.

4.3 МЕРЕЊЕ. МЕРИЛА И МЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ

ДИРЕКТНО И ИНДИРЕКТНО МЕРЕЊЕ



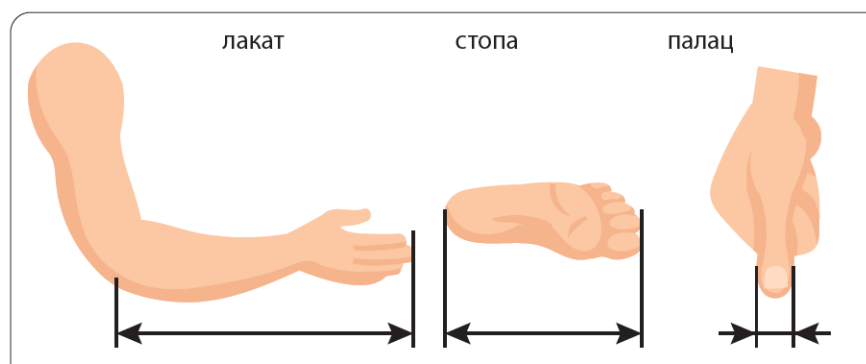
- директна и индиректна мерења,
- мерила,
- мерни инструменти,
- скала,
- подељак,
- мерни опсег,
- тачност мерила или мерног инструмента



Физичке величине нам служе за бројно описивање особина физичких тела.

Мерење је поступак којим одређујемо непознату бројну вредност неке физичке величине, тако што је упоређујемо са мерном јединицом.

Још у древна времена људи су осећали потребу да мере дужину, време или тежину. Али, тада нису имали лењире, сатове или динамометре. Уместо тога, користили су оно што им је одувек било при руци – своје тело. Тако је дужина мерена лактом (растојање од лакта до врха средњег прста), палцем (ширином палца) или стопом (дужином просечног стопала).



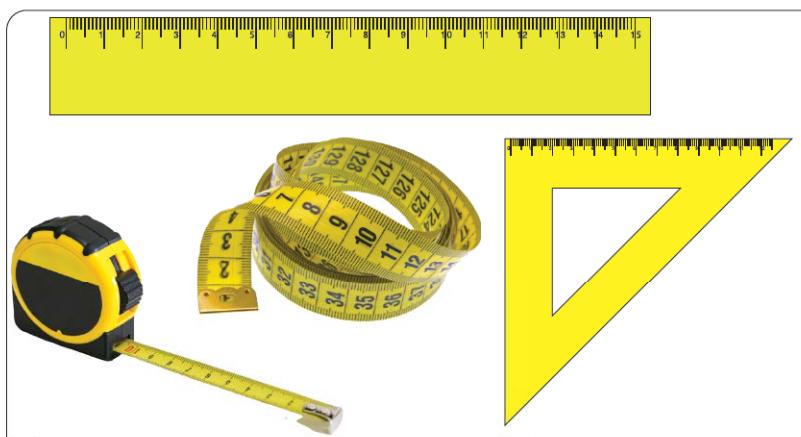
Слика 4.3.1. Прва мерила.

Приметимо да се у наведеним примерима бројна вредност неке физичке величине (у овом случају дужине) добијала упоређивањем са другом истородном величином коју смо узели за мерну јединицу. На пример, желимо да измеримо дебљину стола – тада процењујемо колико пута ширина једног палца стаје између горње и доње површине стола (палац = мерна јединица). Ако меримо ширину стола, упоређујемо је са дужином лакта (сада је лакат = мерна јединица). За ширину собе употребљавамо стопу. Палац, лакат и стопа су прва **мерила**. Помоћу њих можемо **директним** или **непосредним упоређивањем** две физичке величине одредити непознату вредност једне од њих.

Мерила су средства помоћу којих се директним мерењем долази до бројне вредности непознате физичке величине.

Прва мерила била су једноставна и доступна свакоме, али не баш и прецизна, јер није свачији лакат или палац исте дужине и ширине. Зато је у Паризу 1793. дефинисана нова мерна јединица – **метар**, чија ће вредност бити иста у сваком делу света.

Следећа мерила за мерење дужине направљена су према метру, као основној мерној јединици. Њих користимо и дан-данас. Нека од њих су: **лењири** (у школама, за мале дужине), **метарске траке** (у занатима, грађевини или столарији) и **мерна пантљика** (код кројача). Слика 4.3.3.



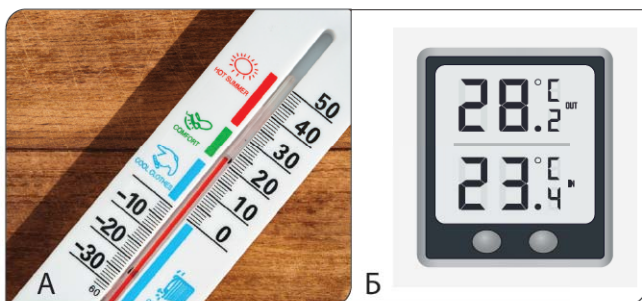
Слика 4.3.3: Лењири, метарска трака и пантљика

Када није могуће директно упоређивати физичке величине, користимо сложеније уређаје – **мерне инструменте**.

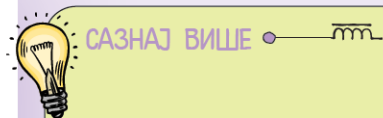
Мерни инструменти су уређаји помоћу којих се индиректним мерењем долази до непознате бројне вредности физичке величине.

У лекцији 3.6 смо већ говорили о једном мерном инструменту, а то је динамометар. Код њега смо преко дужине истегнуте опруге одређивали вредност силе која је истеже. У употреби су динамометри у којима се вредност силе очитава на покретној скали са подељцима (слика 3.6.7) или са дигиталним приказом (слика 3.6.9).

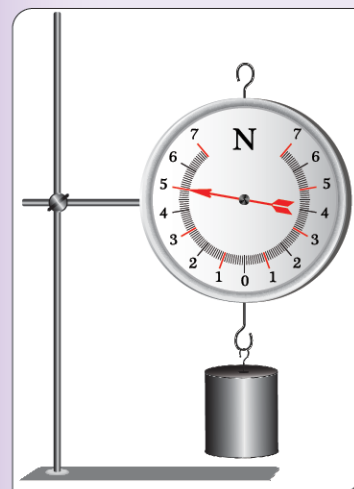
Топломери и термометри су мерни инструменти које најчешће користимо у нашим домовима. Први служе за мерење телесне, а други за мерење собне температуре. О топломерима смо говорили у лекцији 1.3 (слика 1.3.3А) Сада ћемо нешто рећи и о термометрима. Постоје две врсте термометра. У једнима сагледавамо температуру очитавајући дужину стуба течности у њима (слика 4.3.5А), док се код других вредност очитава дигиталним приказом (слика 4.3.5Б).



Слика 4.3.5. Термометар (А) са стубом течности, (Б) са дигиталним приказом који показује унутрашњу и спољашњу температуру.



Слика 4.3.2. Један метар би требало да одговара 40-милионитом делу Земљиног обима. Узорак или прототип метра, тзв. „праметар“, метална шипка зашиљена на оба краја, попречног пресека површине 1 cm² и дужине једног метра, послата је 1889. свим градовима да би направили њене копије које би тамо користили за мерење дужине.



Слика 4.3.4: Динамометар са кружном скалом.

Часовници су такође мерни инструменти које користимо сваки дан. На слици 1.3.4, страна 21, видели смо часовник са дигиталним приказом, а на слици 4.3.6 са казаљкама.



Слика 4.3.6: Сат са казаљкама које показују сате, минуте и секунде.

Шта је заједничко за мерила и мерне инструменте које смо видели до сада? – И једни и други имају скале.

Скале су низови црта, већих и мањих, које се налазе на једнаким растојањима. Најмање растојање између две исте црте је подељак.

Погледајмо лењире са слике 4.3.3 или метарску траку или пантљику. Најмање растојање између две мале (мањи подељак) црте одговара вредности од 0,1 cm, а између две велике 1 cm (већи подељак). Испод сваке велике црте налазе се бројеви који означавају њену вредност. На мањем лењиру су то бројеви од 1 до 10.

На термометру са слике 4.3.5А вредност мањег подељка је 1 °C, а већег 10 °C.

Код сваке скале мора бити назначена вредност мањег или већег подељка. На лењирима су то центиметри (cm), на горњој, или инчи (in), на доњој скали (1 in = 2,54 cm), а на термометру степени Целзијусових (°C).

Према начину како су црте распоређене, да ли дуж праве линије или дела кружнице, скале делимо на **линеарне** (као код лењира) или **кружне**.

Динамометар са слике 4.3.4, часовник са слике 4.3.6 или брзинометар са слике 1.3.4Б са стране 21, су неки од мерних инструмената са кружном скалом.



• **Колика је вредност мањег и већег подељка код ових инструмената?**

ОДГОВОР: Код часовника вредност мањег подељка одговара вредности једног минута, за велику, а 12 за малу казаљку. Вредност већег подељка је 5 минута за малу, а један час за велику казаљку. За динамометар вредност мањег подељка је 0,1 N, а већег 1 N.

Код брзинометра, вредност мањег подељка је $5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, а већег $10 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.



Данас су све више у употреби инструменти на којима се очитава дигитални приказ физичке величине. То су, на пример, топломер, вага и часовник са слике 1.3.4, страна 21, или термометар са слике 4.3.5Б.

Мерни опсег је распон између минималне и максималне бројне вредности физичке величине која се може измерити мерилом или мерним инструментом.

За лењире са слике 4.3.3 мерни опсези су од 0 до 10 и 0 до 30 cm, а за динамометар са слике 4.3.4 је од 0 до 7 N.



• **Колики је мерни опсег термометра са слике 4.3.5А?**

ОДГОВОР: Мерни опсег термометра је од $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На сваком мерилу или мерном инструменту мора бити назначен мерни опсег да би се испланирао поступак мерења. На пример, не можемо користити кухињску вагу да бисмо њоме измерили масу путне торбе. За то можемо користити вагу коју користимо за мерење телесне масе. На слици 4.3.7 види се да је опсег ваге 2 килограма (kg).



Слика 4.3.7. Кухињска вага која служи да би се одмерила тачна количина састојака за спремање јела према рецепту.

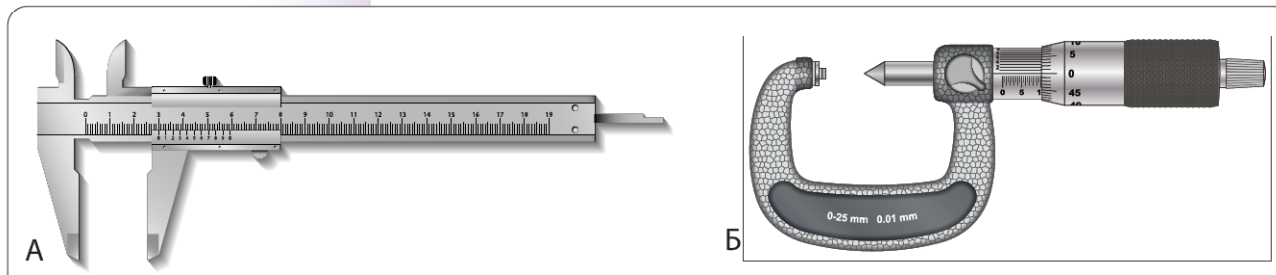
Тачност мерила или мерног инструмента d је најмања бројна вредност која се може измерити мерилом или мерним инструментом.

За мерила и мерне инструменте са скалом то је вредност мањег подељка, а за оне са дигиталним приказом то је вредност јединице на последњем месту.

За лењире тачност је $0,1\text{ cm}$, а за термометар са слике 4.3.5Б тачност је $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Значи, ако би нам неко рекао да је мерећи лењиром добио вредност $8,21\text{ mm}$, то не би била истина, зато што се лењиром може измерити неко растојање до тачности једног милиметра. Опсег могућих резултата за мерење лењиром у том случају могао је само бити $(8 \pm 1)\text{ mm}$.

Да је користио лењир са помичном скалом (нонијус), слика 4.3.8А, који мери до тачности десетог дела милиметра (0,1 mm), могао је добити резултат $(8,2 \pm 0,1)$ mm. Наведени резултат могао је добити само коришћењем микрометарског завртња, слика 4.3.8Б, који мери до тачности стотог дела милиметра (0,01 mm). У том случају добијена вредност је $(8,21 \pm 0,01)$ mm.



Слика 4.3.8: (А) Лењир са помичном скалом; (Б) микрометарски завртњак

У случају када бележимо вредност једног читавања, резултат се записује у облику:

ОЧИТАНА ВРЕДНОСТ $\pm$ ТАЧНОСТ ИНСТРУМЕНТА ($x \pm d$)



САЗНАЈ ВИШЕ

За описивање успешности поновљених мерења користимо два појма:

- **тачност мерења** – показује колико измерене вредности одступају од праве, теоријске вредности
- **прецизност мерења** – показује колико измерене вредности одступају једна од друге

Да бисмо боље разумели шта значе тачност и прецизност, погледајмо слику која приказује **поготке у таблу за пикадо**. На њој су приказани најчешћи случајеви који се дешавају када четири играча бацају стрелице.



Слика 4.3.9: Погоци у пикаду, као опис тачности и прецизности мерења.



- Шта су мерила, а шта мерни инструменти?
- Навести по три примера за мерила и мерне инструменте које свакодневно користимо.
- Шта је мерни опсег, а шта тачност мерног инструмента и мерила?
- Шта је подељак?
- Друг ти је рекао да је топломером који се користи у домаћинству измерио да му је температура $36,4537^\circ\text{C}$. Да ли је говорио истину?





САЖЕТАК

- **Основне физичке величине** су маса, дужина, време, температура, јачина струје, јачина светлости, количина супстанције.
- **Изведене физичке величине** се изводе из основних.
- **Адитивне величине** су оне које могу да се сабирају.
- **Мензура** је чаша од стакла на којој је обележена мерна скала.
- **Маса** је физичка величина која представља меру инертности. Она не зависи од тога где се тело налази. Зависи од запремине тела и од материјала од кога је тело направљено.
- **Средња вредност** је једнака збиру мерених вредности подељених са бројем мерења.
- **Грешке мерења** су продукт ефеката које не можемо да контролишемо. Због тога мерења понављамо више пута.
- Одступања сваке мерене вредности од средње означавамо са $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \Delta x_4, \Delta x_5$ и рачунамо их као апсолутну вредност разлике мерене и средње вредности.
- $\Delta x_1 = |x_1 - x_{sr}|, \Delta x_2 = |x_2 - x_{sr}|, \Delta x_3 = |x_3 - x_{sr}|, \Delta x_4 = |x_4 - x_{sr}|, \Delta x_5 = |x_5 - x_{sr}|$. Највеће од ових одступања представља **апсолутну грешку**.
- **Резултат мерења** представљамо као $x = (x_{sr} \pm \Delta x)$ [мерна јединица] при чему вредност x_{sr} заокружујемо на онолико децимала колико их има апсолутна грешка Δx .
- **Релативна грешка** мерења се рачуна као количник апсолутне грешке и средње вредности. Уобичајено се изражава у процентима: $\delta x = \frac{\Delta x}{x_{sr}} \cdot 100 \%$.
- **Мерила** су средства помоћу којих се директним мерењем долази до бројне вредности непознате физичке величине.
- **Мерни инструменти** су уређаји помоћу којих се индиректним мерењем долази до непознате бројне вредности физичке величине.
- **Скале** су низови црта, већих и мањих, које се налазе на једнаким растојањима. Најмање растојање између две исте црте је подељак.
- **Мерни опсег** је распон између минималне и максималне бројне вредности физичке величине која се може измерити мерилом или мерним инструментом.
- **Тачност мерила** или мерног инструмента d је најмања бројна вредност која се може измерити мерилом или мерним инструментом.



ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

1. Која од наведених физичких величина је основна? Допиши у празно поље "да" или "не".

маса	
сила	
време	
брзина	
дужина	

2. Свакој физичкој величини придружи одговарајућу мерну јединицу.

- а) Маса _____ 1.) N
б) Сила _____ 2.) $\frac{m}{s}$
в) Време _____ 3.) m
г) Брзина _____ 4.) kg
д) Пређени пут _____ 5.) s

3. Свакој физичкој величини придружи одговарајућу ознаку

- а) Маса _____ 1.) F
б) Сила _____ 2.) v
в) Време _____ 3.) s
г) Брзина _____ 4.) m
д) Пређени пут _____ 5.) t

4. Заокружити тачне одговоре.

- а) 1 mm = 0,1 dm б) 1 cm = 0,1 dm в) 5 mm = 0,05 cm
г) 1 mm = 0,1 cm д) 1 cm = 0,1 m ђ) 150 cm = 1,5 m е) 28 mm = 0,028 m

5. Заокружити тачне одговоре.

- а) $1,3 \text{ mm}^2 = 0,000013 \text{ dm}^2$ б) $25 \text{ cm}^2 = 0,0025 \text{ m}^2$ в) $12 \text{ dm}^2 = 0,12 \text{ m}^2$
г) $2,7 \text{ mm}^2 = 0,00027 \text{ dm}^2$ д) $120 \text{ dm}^2 = 0,012 \text{ m}^2$ ђ) $2,5 \text{ cm}^2 = 0,025 \text{ dm}^2$

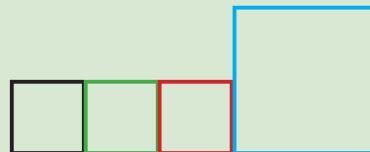
6. Заокружити тачне одговоре.

- а) $13 \text{ mm}^3 = 0,013 \text{ dm}^3$ б) $125 \text{ cm}^3 = 0,000125 \text{ m}^3$ в) $125 \text{ dm}^3 = 0,00125 \text{ m}^3$
г) $1,7 \text{ mm}^3 = 0,0000017 \text{ dm}^3$ д) $20 \text{ dm}^3 = 0,02 \text{ m}^3$ ђ) $3,8 \text{ cm}^3 = 0,00038 \text{ dm}^3$



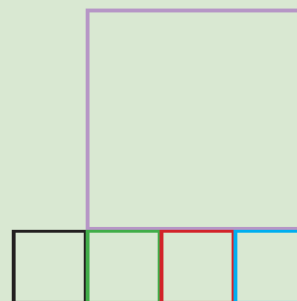
7. Колика је укупна површина четири квадрата на слици, ако су црвени, зелени и црни истих површина од по 1 cm^2 , а плави има површину 4 cm^2 . Заокружити тачан одговор.

а) 12 cm^2 б) 8 cm^2
в) 7 cm^2 г) 4 cm^2



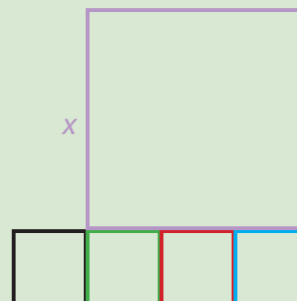
8. Колика је површина љубичастиг правоугаоника на слици, ако су црвени, зелени, плави и црни квадрати истих површина од 1 cm^2 , а укупна површина је 10 cm^2 . Заокружити тачан одговор.

а) 5 cm^2 б) 6 cm^2
в) 3 cm^2 г) 14 cm^2



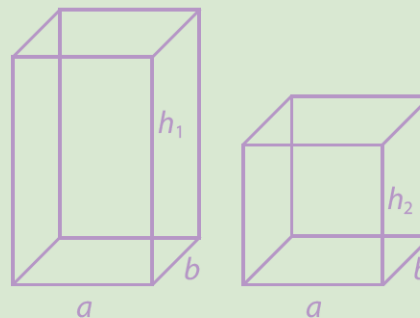
9. Колика је дужина странице x означене на слици, ако су црвени, зелени, плави и црни квадрати истих страница од по 2 cm , а укупна површина је 40 cm^2 . Заокружити тачан одговор.

а) 16 cm^2 б) 24 cm^2
в) 6 cm г) 4 cm



10. На слици су дата два квадра. Дужина и ширина (a, b) оба квадра су једнаке, а висине су им различите (h_1, h_2). Запремина већег квадра је 120 cm^3 , а мањег 15 cm^3 . Колико пута је h_2 мање од h_1 ? Заокружити тачан одговор.

а) 2 пута
б) 8 пута
в) 4 пута
г) није могуће одговорити на питање без познавања вредности дужине и ширине квадра (ова?)





11. У једној посуди се налази 50 ml , а у другој 60 cm³ неке течности. У којој је је већа запремина течности?
- а) у првој
 - б) у другој
 - в) запремина течности је иста у обе посуде
12. У једној посуди се налази 5 l , а у другој 5000 cm³ неке течности. У којој је је већа запремина течности?
- а) у првој
 - б) у другој
 - в) запремина течности је иста у обе посуде
13. Јован мери дужину оловке лењиром три пута и добија вредности $l_1 = 17,2$ cm, $l_2 = 17,3$ cm , $l_3 = 17,5$ cm, $l_4 = 17,6$ cm. Колика је средња вредност мерења оловке, l_{sr} ? Заокружити тачан одговор.
- а) 17,5 cm
 - б) 23,2 cm
 - в) 69,6 cm
 - г) 17,4 cm
 - Д) 13,9 cm
14. Колика је апсолутна грешка при Јовановом мерењу из питања 13? Заокружити тачан одговор.
- а) 0,2 cm
 - б) 0,1 cm
 - в) 0,4 cm
 - г) 17,4 cm
15. Колика је релативна грешка при Јовановом мерењу из питања 13? Заокружити тачан одговор.
- а) 0,2 %
 - б) 1,1 cm
 - в) 87 %
 - г) 1,1 %



16. Шта је мерни инструмент?

- а)** апарат који мери брзину интернета,
- б)** уређај којим се врши мерење неке физичке величине,
- в)** машина која рачуна задатке,
- г)** средство за комуникацију.

17. Шта мери мензура?

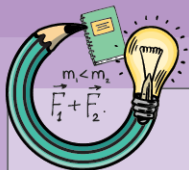
- а)** време,
- б)** запремину течности,
- в)** дужину,
- г)** температуру,
- д)** брзину.

18. Заокружи реченице које су тачне.

- а)** Вага се користи за мерење дужине.
- б)** Термометар мери температуру.
- в)** Мензура се користи за мерење запремине.
- г)** Нонијус служи за мерење брзине.

19. Повежи мерни инструмент са физичком величином коју мери:

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| а) термометар _____ | 1) запремина |
| б) тахометар _____ | 2) брзина |
| в) мензура _____ | 3) температура |
| г) хронометар _____ | 4) време |



ОСНОВНЕ ФОРМУЛЕ

МЕРЕЊЕ ПОВРШИНЕ И ЗАПРЕМИНЕ. СРЕДЊА ВРЕДНОСТ. ГРЕШКА МЕРЕЊА.	
Површина квадрата	$S = a^2$
Површина правоугаоника	$S = a \cdot b$
Површина коцке	$S = 6 \cdot a^2$
Површина квадра	$S = 2 \cdot (a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c)$
Запремина квадра	$V = a \cdot b \cdot c$
Запремина коцке	$V = a^3$
Средња вредност мерене величине	$\frac{x_{sr} = (x_1 + \dots + x_n)}{n}$
Грешке мерења	$\Delta x_i = x_i - x_{sr} , i - \text{број мерења}$

ЗАДАЦИ

1. Површина правоугаоника је 42 cm^2 . Колико износи страница коцке b , ако је страница $a = 70 \text{ mm}$?

◉ **Поставка задатка:**

Површина правоугаоника $S = 42 \text{ cm}^2$

страница $a = 70 \text{ mm}$

◉ **Тражи се:** страница коцке, $b = ?$

2. Простор чије су димензије $a = 4 \text{ m}$, $b = 4 \text{ m}$ и $c = 1 \text{ m}$ треба испунити са 12 коцки запремина по 1 m^3 и два једнака квадра чије су ширине (b_1) и висине (c_1) по 1 m . Колика је дужина квадра?

◉ **Поставка задатка:**

Димензије простора, $a = 4 \text{ m}$, $b = 4 \text{ m}$ и $c = 1 \text{ m}$

12 коцки запремина по 1 m^3 , $V_{\text{коцке}} = 1 \text{ m}^3$, $n = 12$

два једнака квадра чије су ширине и висине по 1 m , $b_1 = 1 \text{ m}$, $c_1 = 1 \text{ m}$

◉ **Тражи се:** дужина квадра $a_1 = ?$

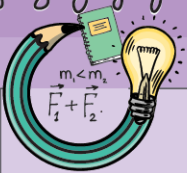
3. Због лошег одржавања са једне стране крова је испао један цреп, тако да их је остало 11. Цреп је облика квадрата. Површина стране крова без испалог црепа је 4400 cm^2 . Колика је била површина стране крова пре испадања црепа.

◉ **Поставка задатка:**

Број преосталих црепова $n = 11$

Површина стране крова без испалог црепа је $S = 4400 \text{ cm}^2$

◉ **Тражи се:** Површина стране крова пре испадања црепа $S_u = ?$



4. Запремина коцке је 8 cm^3 . Колика је њена површина?

• **Поставка задатка:**

Запремина коцке $V = 8 \text{ cm}^3$

• **Тражи се:** површина коцке $S = ?$

5. Запремина квадра је 240 m^3 , њена дужина и ширина су $a = 2 \text{ m}$, $b = 3 \text{ m}$. Колика је површина квадра?

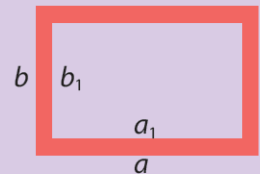
• **Поставка задатка:**

Запремина квадра $V = 240 \text{ m}^3$

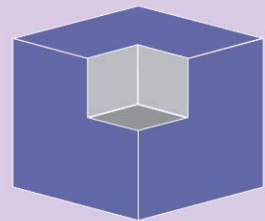
дужина и ширина $a = 2 \text{ m}$, $b = 3 \text{ m}$

• **Тражи се:** површина квадра, $S = ?$

6.* Колика је површина рама за слику дебљине $c = 2 \text{ cm}$. Спољашња дужина и ширина рама су $a = 50 \text{ cm}$, $b = 40 \text{ cm}$, а унутрашње димензије су $a_1 = 46 \text{ cm}$, $b_1 = 36 \text{ cm}$.



7. Колика је запремина тела које је добијено тако што је из веће коцке ивице $a = 4 \text{ m}$, извучена мања ивица $a_1 = 2 \text{ m}$?



8. Ниво воде у мензури је $V_1 = 500 \text{ cm}^3$. Када се у мензуру потопи коцка од гвожђа, на мензури се читава ниво воде од $V_2 = 625 \text{ cm}^3$. Колика је ивица коцке?

• СРЕДЊА ВРЕДНОСТ И ГРЕШКЕ МЕРЕЊА.

9. Маша мери ивицу кутије да би видела да ли може да стане на полицу коју уређује. Мерења врши четири пута и добија следеће резултате: $20,1 \text{ cm}$; $20,3 \text{ cm}$; $20,2 \text{ cm}$; $20,5 \text{ cm}$. Колика је средња вредност мерења ивице кутије?

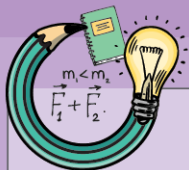
10. Матија је за домаћи задатак добио да измери дужу ивицу своје свеске. Мерења врши четири пута и добија резултате: $30,1 \text{ cm}$; $30,3 \text{ cm}$; $30,2 \text{ cm}$; $30,5 \text{ cm}$. Наћи:

а) средњу вредност мерења

б) грешке појединачних мерења

в) апсолутну грешку мерења

Представити резултат мерења.



МЕРИЛА И МЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ.

11. а) Испод сваке од мензура на слици написати запремину течности која је у њој.

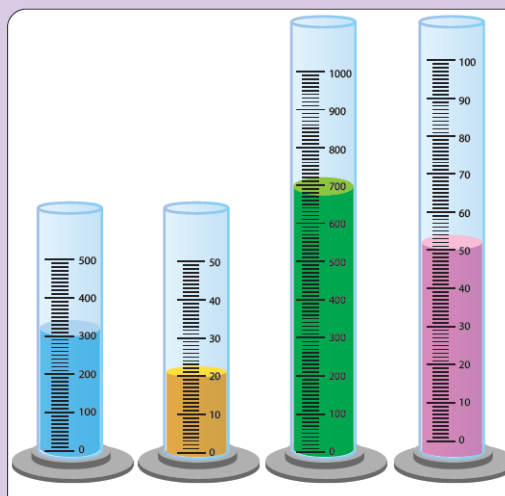
б) Колика је вредност једног подељка у мензури у којој је течност:

плаве _____ ml,

наранџасте _____ ml,

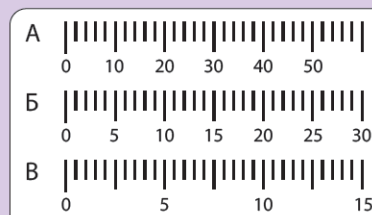
зелене _____ ml

и љубичасте боје _____ ml.

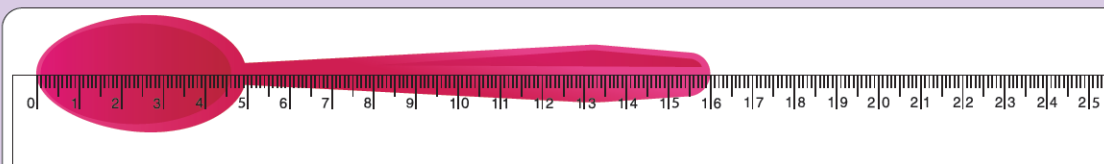


12. За сваку од скала на слици написати вредност једног подељка.

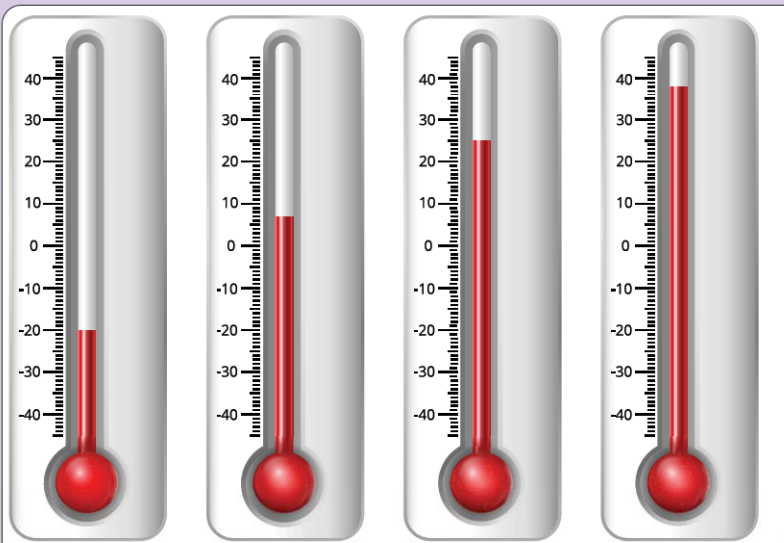
A _____, Б _____, В _____



13. Колика је дужина кашичице са слике?



14. Испод сваког термометра написати температуру коју показује:



____ °C, ____ °C, ____ °C, ____ °C

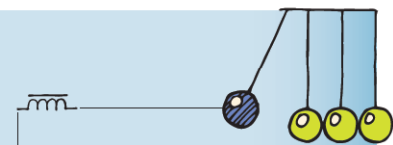
5 МАСА И ГУСТИНА

- ЗАШТО НАША ТЕЛА ИДУ УНАЗАД КАДА АУТОБУС НАГЛО КРЕЋЕ СА СТАНИЦЕ, А УНАПРЕД КАДА НАГЛО ЗАКОЧИ?
- ШТА ЈЕ МАСА, А ШТА ТЕЖИНА ТЕЛА?
- ОД ЧЕГА ЗАВИСИ МАСА ТЕЛА?
- КОЈОМ ФИЗИЧКОМ ВЕЛИЧИНОМ ОПИСУЈЕМО МАТЕРИЈАЛ ОД КОЈЕГ СЕ ТЕЛО САСТОЈИ?
- КАКО МЕРИМО ЗАПРЕМИНУ КАМЕНА?
- ЗАШТО ГУМЕНИ ПОЈАС ЗА ПЛИВАЊЕ НЕ ТОНЕ У ВОДИ?
- ОБЛАСТ 5 НАМ ДАЈЕ ОДГОВОРЕ НА СВА ПОСТАВЉЕНА ПИТАЊА.

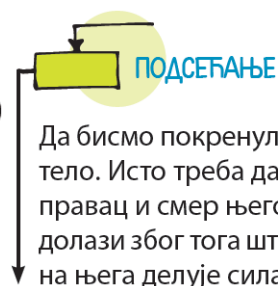


5.1. ИНЕРТНОСТ ТЕЛА

ЗАКОН ИНЕРЦИЈЕ



- инерција,
- инертност,
- кретање по инерцији,
- Закон инерције



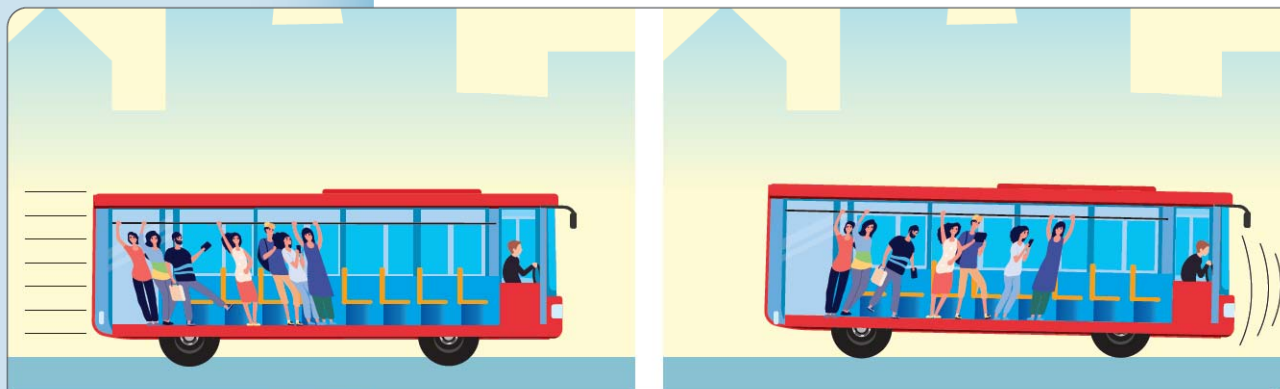
Да бисмо покренули тело, потребно је да на њега делује неко друго тело. Исто треба да урадимо да бисмо зауставили тело, променили правац и смер његовог кретања. До промене брзине кретања тела долази због тога што на њега делује неко друго тело, тј. због тога што на њега делује сила.

ИНЕРЦИЈА. ЗАКОН ИНЕРЦИЈЕ

Ако на тело не делује сила, оно не мења своју брзину или остаје непокретно. **Инерција** је физичка појава да тело одржава брзину равномерно праволинијског кретања или стања мировања у одсуству спољашњег утицаја.

Исак Њутн је формулисао **Закон инерције** (Први Њутнов закон): тело остаје у стању мировања или равномерно праволинијског кретања све док на њега не делује неко друго тело.

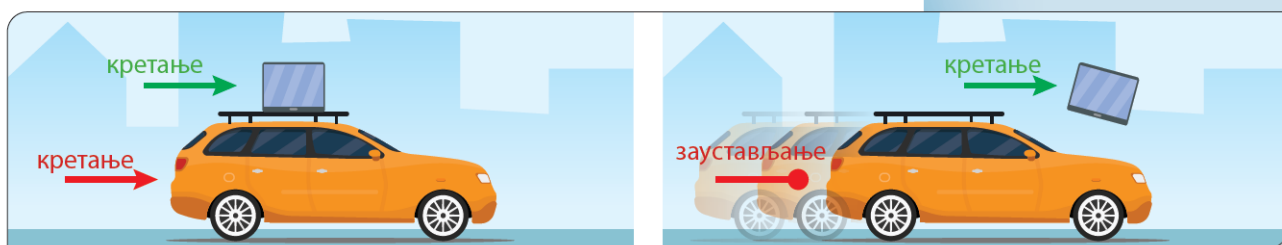
Инерцију уочавамо кроз бројне примере из свакодневног живота. Када се налазимо у аутобусу који нагло заочи јер је возач приметио пса који је излетео на пут, наше тело крене унапред. Када аутобус нагло крене са станице, наше тело крене уназад. У оба случаја, наше тело се супроставља промени стања кретања у коме се налази: у првом случају тело тежи да задржи брзину којом се аутобус кретао пре кочења, док у другом тежи да остане у стању мировања у ком је било док аутобус није нагло кренуо.



Слика 5.1.1. Кретање по инерцији: Када аутобус нагло крене са станице, наша тела иду уназад. Када аутобус нагло заочи, наша тела иду напред.

У примеру на слици 5.1.2, возач небезбедно превози телевизор на врху аутомобила: телевизор није причвршћен каишевима за кровни носач. Зато, при нагом кочењу, телевизор наставља да се креће напред и може да удари некога.





Слика 5.1.2. Телевизор са крова аутомобила тежи да задржи стање кретања у коме је био

Када престанете да окрећете педале, бицикл наставља да се креће. Када шутнете лопту, она наставља да се креће иако више не делујете на њу (и бицикл и лопта ће се зауставити у неком тренутку због трења и отпора ваздуха).

У наведеним примерима тела се крећу у одсуству дејства других тела на њега. Таква кретања називамо **кретања по инерцији**.

ИНЕРТНОСТ

Тела се опиру промени брзине кретања, било да се налазе у стању мировања или кретања.

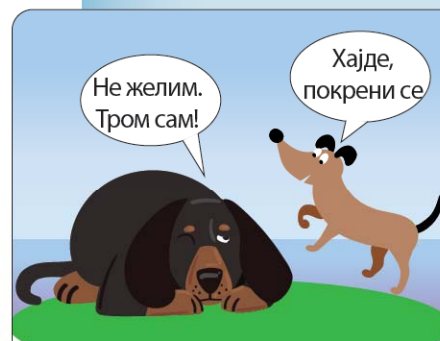
Својство тела да задржи стање мировања или кретања у коме се налази назива се инертност. Реч потиче од латинске речи *iners* – неактиван, тром. Што је тело инертније (тромије), снажније се супротставља промени стања кретања (или мировања) у коме се налази.

Из искуства знамо да је теже покренути већег него мањег пса. Теже је покренути кутију пуну књига него празну кутију. Теже је покренути већи дрвени сандук од мањег. Лакше је покренути дрвени него гвоздени сандук истих запремина.

Путнички аутомобил ће укочити брже од камиона. Због тога је камиону потребна већа раздаљина до заустављања него аутомобилу.



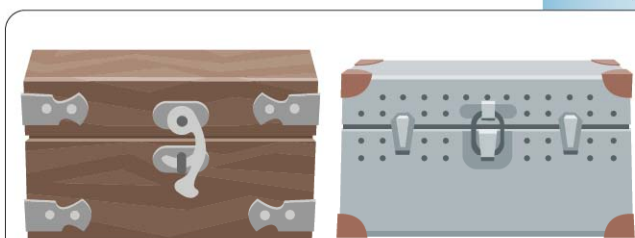
Слика 5.1.3. Теже покрећемо кутију пуну књига него празну кутију.



Слика 5.1.4. Велики пас је инертнији од малог.



Слика 5.1.5. Лакше покрећемо мању дрвену кутију од веће.



Слика 5.1.6. Лакше покрећемо дрвени сандук него гвоздени истих димензија.



Слика 5.1.7. Аутомобил се брже зауставља од камиона.

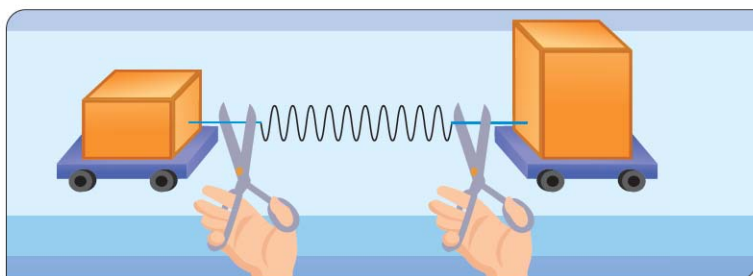


ОГЛЕД

Демонстрација инертности тела направљених од истих материјала помоћу колица и опруге

Ставити на сто колица на којима су два тела (два квадра направљена од истих материјала), различитих запремина, и повезати их са два краја опруге преко нити. Обележити на столу маркером тачку која одговара средини опруге. Откачити опругу од колица пресецањем нити. Измерити пређене путеве колица са телима.

- Које тело је прешло дужи пут?
- Шта нам пређени пут говори о промени брзине тела на колицима?
- Које тело је инертније?



Слика 5.1.8. Мерење инертности тела направљених од истог материјала

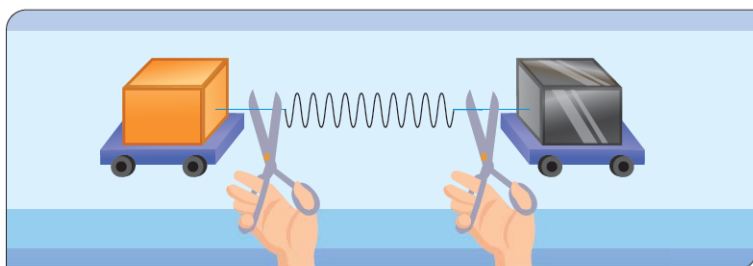


ОГЛЕД

Мерење инертности тела направљених од различитих материјала помоћу колица и опруге

Ставити на сто колица на којима су два тела (два квадра истих запремина), једно дрвено, друго гвоздено, и повезати их са два краја опруге преко нити. Обележити на столу маркером тачку која одговара средини опруге. Откачити опругу од колица пресецањем нити. Измерити пређене путеве колица са телима.

- Које тело је прешло већи пут?
- Шта нам пређени пут говори о промени брзине тела на колицима?
- Које тело је инертније?



Слика 5.1.9. Мерење инертности тела направљених од различитих материјала

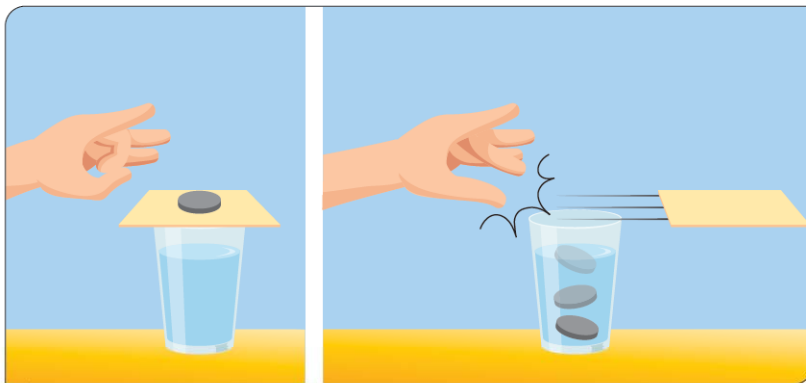


ОГЛЕД

Демонстрација закона инерције

Ставити парче папира на чашу. На папир ставити новчић. Наглим покретом гурните папир. Посматрати шта се дешава са новчићем.

- а) Због чега се новчић није померио заједно са папиром?
- б) Шта би се десило да смо папир вукли полако?
- в) Под дејством које силе новчић упада у чашу?

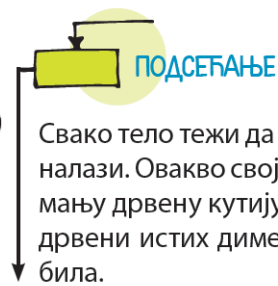
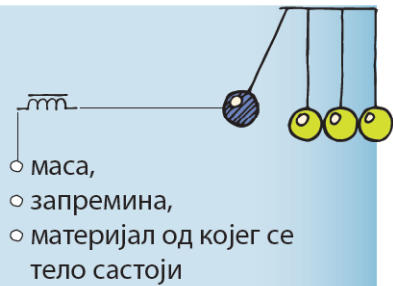


Слика 5.1.10. Демонстрација закона инерције



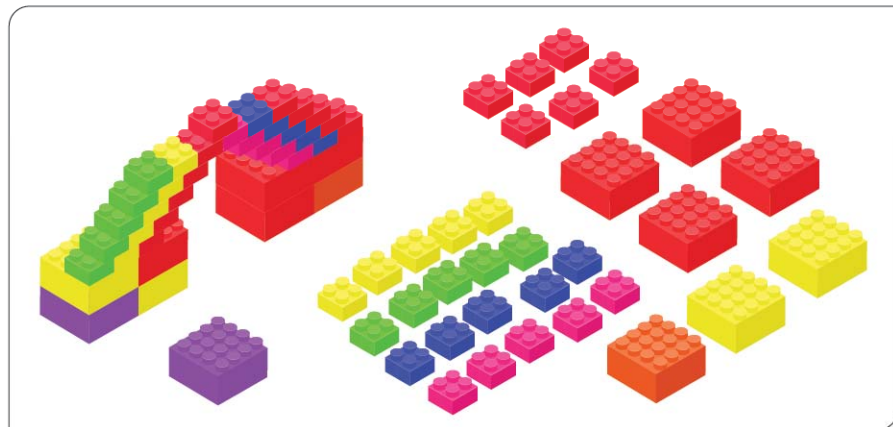
- Како гласи Закон инерције?
- Шта је инерција?
- Шта је инертност?
- Због чега се тела људи у аутобусу крећу унапред када аутобус нагло заочи?
- Због чега је теже покренути кутију пуну књига него празну кутију?

5.2. МАСА ТЕЛА



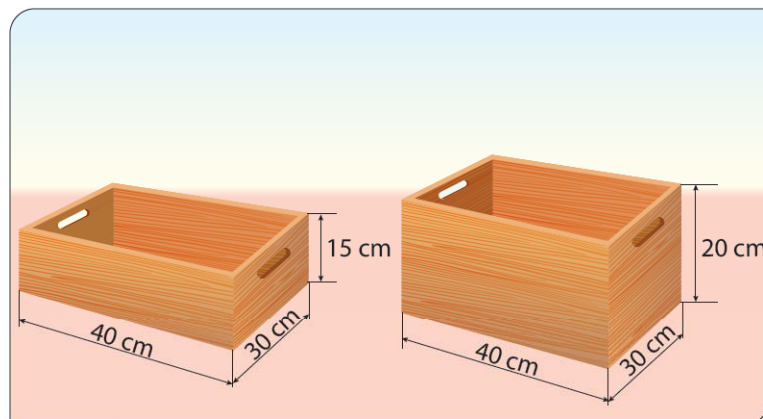
МАСА

Физичка величина која представља меру инертности тела назива се **маса**. Маса је једна од основних физичких величина. Ознака за масу је m , а мерна јединица килограм, kg . Маса тела је увек позитивна. Маса тела не зависи од тога где се оно налази. Ако раставимо тело на мање делове, укупна маса тела ће бити једнака збиру маса његових делова.



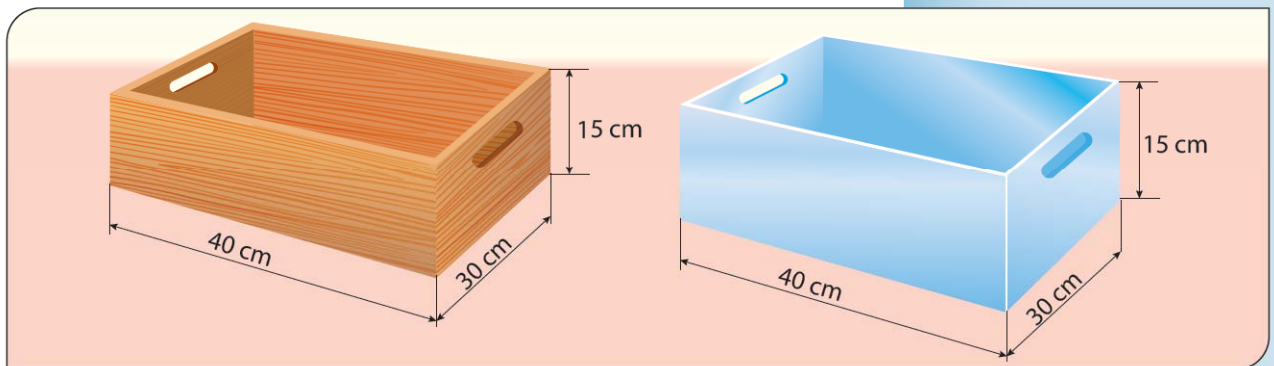
Слика 5.2.1. Маса тела је једнака збиру маса његових делова.

У претходној лекцији смо већ поменули да је лакше покренути мање него веће тело направљено од истог материјала.



Слика 5.2.2. Маса тела зависи од његове запремине

Такође смо поменули да не покрећемо истом лакоћом тела истих димензија, направљена од различитих материјала.



Слика 5.2.3. Маса тела зависи од материјала од кога је тело направљено.

Маса тела зависи од његове запремине и од материјала од којег се састоји.

Основна мерна јединица за масу је килограм, kg, али у случају мањих маса уобичајено се користе грам (g), милиграм (mg), микрограм (μg). Када говоримо о телима врло велике масе, уобичајено користимо тоне (t).

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$$

$$1 \text{ mg} = 1000 \mu\text{g}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$$



5.2.1. Израчунати масу конструкције од лево коцкица дату на слици. Маса мањих коцкица су међусобно једнаке и износе по $m_1 = 20 \text{ g}$. Маса већих коцкица су такође међусобно једнаке и износе по $m_2 = 0,3 \text{ kg}$.

Физичка појава: маса

Поставка задатка:

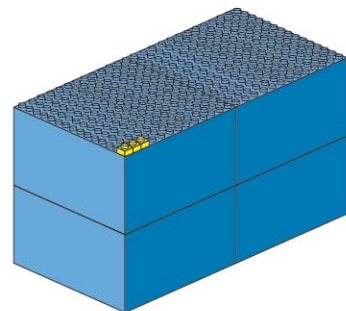
- маса мање коцкице $m_1 = 20 \text{ g}$
- маса веће коцкице $m_2 = 0,3 \text{ kg}$

Тражи се:

- Укупна маса конструкције од коцкица

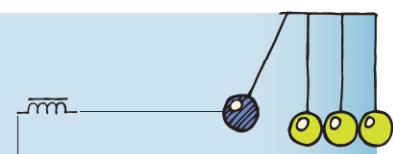
Решење:

- На слици видимо да имамо три мање и четири веће коцкице. Укупна маса свих мањих коцкица је $m_m = 3 \cdot m_1$. Укупна маса свих већих коцкица је $m_v = 4 \cdot m_2$
- Укупна маса целе конструкције је $m = m_m + m_v = 3 \cdot m_1 + 4 \cdot m_2$
 $m_2 = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g}$
 $m = 3 \cdot 20 \text{ g} + 4 \cdot 300 \text{ g}$
 $m = 1260 \text{ g}$



- Шта је маса?
- Од чега зависи маса тела?
- Које тело има већу масу, на основу резултата из огледа **Демонстрација инертности тела направљених од истих материјала помоћу колица и опруге?**
- Које тело има већу масу, на основу резултата из огледа **Мерење инертности тела направљених од различитих материјала помоћу колица и опруге?**
- Камион има масу 5 t . Изразити масу камиона у kg.

5.3. МЕРЕЊЕ МАСЕ ТЕЛА ВАГОМ

- 
- аналитичка вага,
 - дигитална вага,
 - прецизност мерења

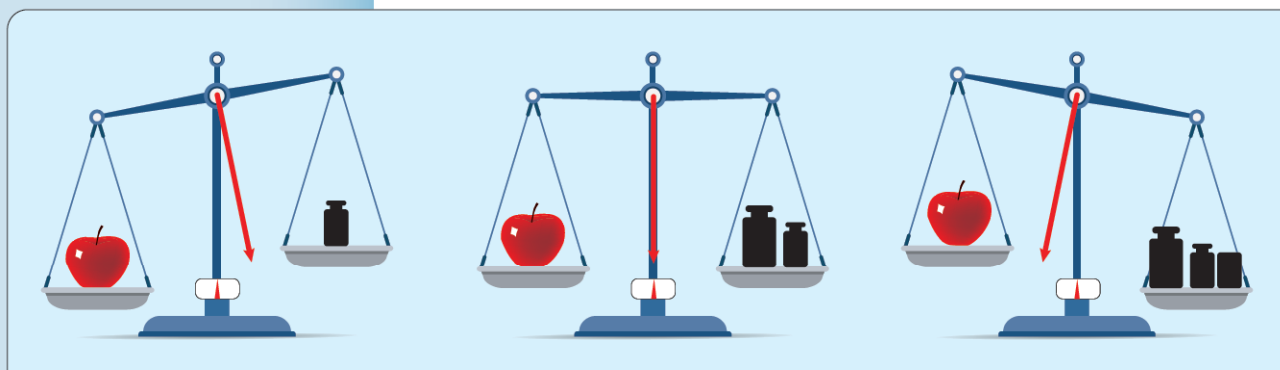
ПОДСЕЋАЊЕ

Инертнија тела имају већу масу. Мерењем утврђујемо бројну вредност физичких величина.



Слика 5.3.1. Најчешће употребљавана вага у школским лабораторијама

Мерење масе тела оваквом вагом се врши поређењем масе тела са познатом масом тегова. Ова вага се састоји из хоризонталне шипке која може да се okreће у вертикалној равни око своје тачке ослоња. Тачка ослоња је прикачена за другу вертикалну шипку која је причвршћена за постоље. За тачку ослоња полуге закачена је казаљка која се помера заједно са померањем хоризонталне шипке. На крајевима хоризонталне шипке закачена су два таса. На почетку мерења вага треба да буде у равнотежи (казалка на средини показује нулу на скали, па се налази у вертикалном положају). На један тас ставимо тело које желимо да меримо, а на други стављамо тегове. Додајемо тегове све док се казалка поново не нађе на нули.



Слика 5.3.2. Мерење масе тела аналитичком вагом



5.3.1. Колика је маса тела на левом тасу аналитичке ваге, ако је вага у равнотежи када се на десном тасу налази један тег од 200 g, два тег од по 50 g, три тег од по 20 g и два тег од по 10 g ?

Физичка појава: маса тела

Поставка задатка:

- Маса тегова на десном тасу: $m_1 = 200 \text{ g}$, $m_2 = 50 \text{ g}$, $m_3 = 20 \text{ g}$, $m_4 = 10 \text{ g}$

Тражи се:

- Маса тела на левом тасу, $m = ?$

Решење:

- Вага је у равнотежи када су масе на обе стране једнаке. На десној страни имамо 1 тег масе m_1 , 2 тег масе m_2 , 3 тег масе m_3 и 2 тег масе m_4 , па је $m = m_1 + 2 \cdot m_2 + 3 \cdot m_3 + 2 \cdot m_4 = 200 \text{ g} + 2 \cdot 50 \text{ g} + 3 \cdot 20 \text{ g} + 2 \cdot 10 \text{ g} = 380 \text{ g}$

У данашње време постоје и **дигиталне ваге** које се такође користе у лабораторијама. На екрану очитавамо масу тела које стављамо на тас. Овакве ваге, које се користе за мерења у научним лабораторијама, имају високу **прецизност мерења**. Оне се чувају у посебним условима да би се елиминисали спољашњи утицаји током мерења (влага, прашина).

У свакодневном животу користимо дигиталне ваге за мерење телесне масе, за мерење намирница у кухињи и сл. Овакве ваге су мање прецизности.



Слика 5.3.3. Очитана вредност на екрану ваге је 0,0021 g.

- Ова вага је врло прецизна.

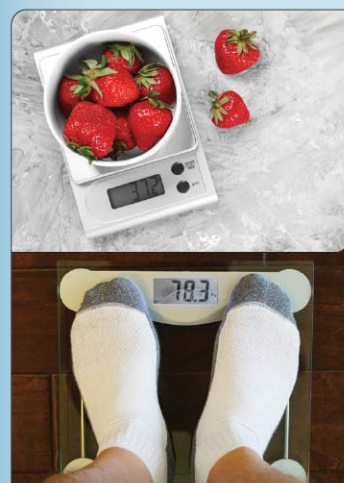


Провера својства масе: маса тела је једнака збиру маса његових делова

Уzeti три јабуке и измерити масу сваке од њих појединачно. Забележити очитане вредности у грамима (g), а затим их сабрати. Поновити мерење тако што све три јабуке истовремено ставимо на вагу. Забележити очитану вредност у грамима (g) и упоредити је са претходно добијеним збиром маса три јабуке.

Да ли су добијене вредности збира маса три јабуке и масе три јабуке мерене заједно једнаке или приближно једнаке? Уколико су приближно једнаке, шта може бити узрок мале разлике у вредностима? Сада поновити сличан поступак, тако што ћемо половину једне јабуке пресећи на два дела и измерити појединачно сваки од њих. Сабрати добијене вредности маса делова јабуке и упоредити са масом половине јабуке.

Да ли су добијене вредности збира маса два дела, то јест двеју четвртина јабуке и масе половине јабуке једнаке или приближно једнаке? Уколико су приближно једнаке, шта може бити узрок мале разлике у вредностима?

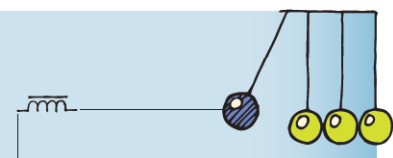


Слика 5.3.4. Очитана вредност на екрану кухињске ваге је 37,2 g. Очитана вредност на екрану ваге за мерење телесне масе је 78,3 kg. Прецизност ових вага је нижа од оне на слици 5.3.3.



- Колика је маса мереног тела на левом тасу, ако је вага дошла у стање равнотеже када смо на десни тас ставили тегове од 50 g, 20 g, 5 g и 3 g?
- Због чега је измерена вредност 0,0021 g прецизнија од измерене вредности 21,3 g?
- У каквом су односу збир измерених маса два тела и измерена маса оба тела заједно?
- Да ли је наша телесна маса иста када стојимо на ваги, или када на њој чучимо?

5.4. МАСА И ТЕЖИНА КАО РАЗЛИЧИТИ ПОЈМОВИ



- маса,
- тежина,
- јачина гравитационог поља,
- динамометар



Маса тела је мера инертности тела. Сила Земљине теже је сила којом Земља привлачи тела на својој површини. Тежина тела је сила којом тело притиска подлогу (или затеже нит о коју је закачено).

ПОГРЕШНА УПОТРЕБА ФИЗИЧКОГ ПОЈМА „ТЕЖИНА” У СВАКОДНЕВНОМ ЖИВОТУ

У свакодневном говору ћемо често чути од великог броја људи да воде рачуна о свом здрављу и редовно контролишу своју телесну „тежину”.

Често у интернет огласима наилазимо на оне у којима се продају ваге за мерење телесне „тежине”.

Навикли смо да чујемо да је пакет „тежак” 20 kg.



Слика 5.4.1. Девојчица мери своју телесну масу



Слика 5.4.2. Вага за мерење телесне масе



Слика 5.4.3. Човек носи кутије чија је укупна маса 20 kg

Подсетимо се да је **тежина** сила, па је њена јединица њутн (N), док је јединица за масу килограм (kg). У свим наведеним примерима, уместо појма тежина, треба користити појам маса. Пакет има масу 20 kg. Своју телесну масу контролишемо помоћу ваге за мерење телесне масе. Научили смо такође да су тела која имају већу **масу** инертнија, тј. теже их је покренути. Заиста је теже носити пакет од 20 kg него пакет од 5 kg. Појмови тежине и масе јесу повезани, што је и разлог њиховог бркања у свакодневном говору.

МЕРЕЊЕ ТЕЖИНЕ ТЕЛА

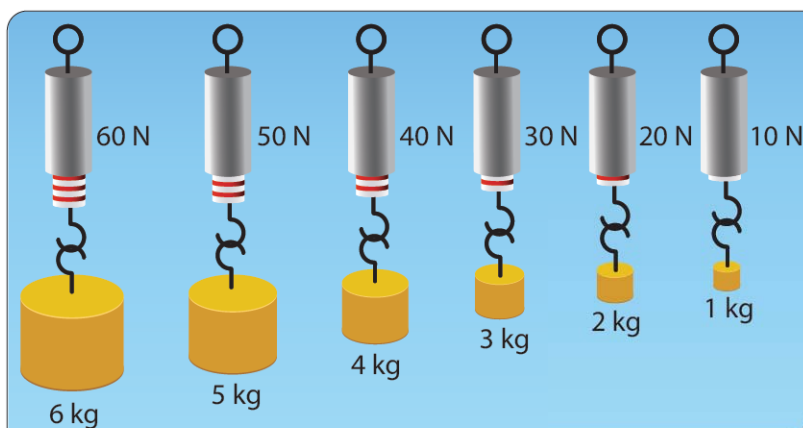
Тежина тела се мери **динамометром**. О динамометру смо већ учили у поглављу о силама. Када се на динамометар закачи тег, опруга се издужује. Ако тег окачен о динамометар виси у ваздуху, силе које делују на динамометар су сила Земљине теже и сила еластичности опруге динамометра. Сила еластичности опруге динамометра показује тежину тела. У датом примеру тежина тела је једнака сили Земљине теже.



ОГЛЕД

Мерење тежине тела динамометром

Узети шест тегова направљених од истог материјала, различитих запремина и маса од по 1 kg, 2 kg, 3 kg, 4 kg, 5 kg, 6 kg. Закачити један по један на крајеве динамометра и очитати вредности сила које показује динамометар, тј. тежину тела. За свако мерење поделити очитану вредност тежине и вредност масе тегу. Шта примећујемо?

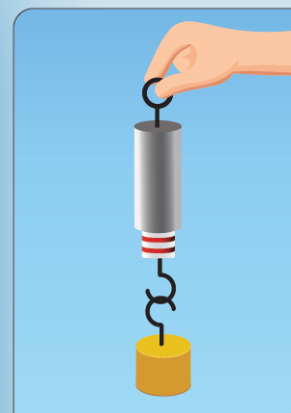


Слика 5.4.5. Мерење тежине тела динамометром

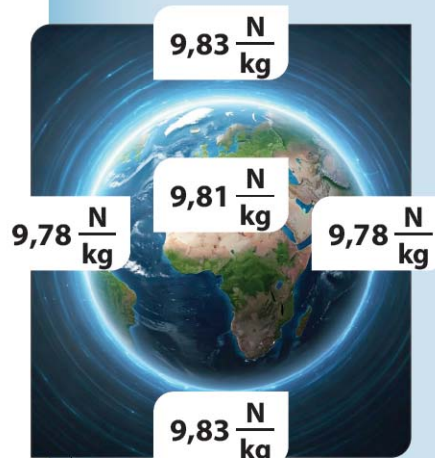
На основу изведеног огледа, приметићемо да су добијени количници тежина тегова и њихових маса увек исти и износе приближно $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Количник тежине тела и његове масе представља **јачину гравитационог поља**. Ознака за јачину гравитационог поља је G , а мерна јединица је $\frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Ознака за тежину тела је Q . У случају тела закаченог о динамометар и у случају тела које стоји на хоризонталној подлози можемо да напишемо да је $Q = m \cdot G$.

Тежина тела, за разлику од масе, зависи од положаја тела. Јачина гравитационог поља није иста на свим географским ширинама, као ни на свим надморским висинама.

На нивоу мора, на географској ширини од 45° , јачина гравитационг поља износи $9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Јачина гравитационог поља на екватору је $9,78 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, док је јачина гравитационог поља на половима $9,83 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.



Слика 5.4.4. Мерење тежине тела динамометром

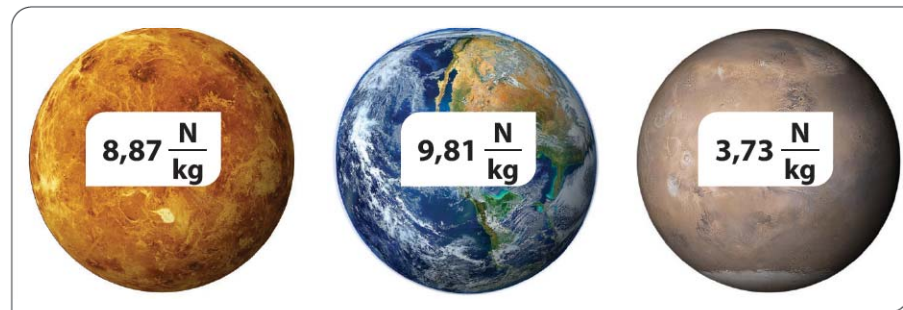


Слика 5.4.6. Јачина гравитационог поља на различитим географским ширинама Земље

Тежина тела девојчице са слике 5.3.1 чија је маса 50 kg, а која се мери у Београду износи $Q = m \cdot G = 50 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 490,5 \text{ N}$. Када би се иста девојчица мерила на екватору, њена тежина би била 489 N. Разлике у измереним тежинама на површини Земље су мале. Ради лакшег рачунања, користићемо да је $G \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Знатно веће разлике у тежини тела исте масе би се приметиле при удаљавању тела од површине Земље. На висини од 1000 km од земљине површине $G = 7,33 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. На висини од 10 000 km од земљине површине $G = 1,49 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Велике разлике у тежини бисмо приметили и када бисмо мерили тежину једног истог тела на различитим планетама. Јачина гравитационог поља на Марсу износи $3,73 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, на Венери $8,87 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ итд.

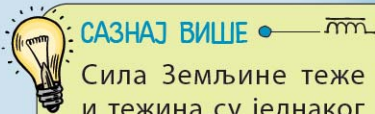


Слика 5.4.7. Јачина гравитационог поља за различите планете: Венера, Земља, Марс

Запазимо још једну битну чињеницу. Рекли смо да је тежина сила којом тело притиска подлогу. Из тога закључујемо да уколико тело не притиска подлогу, тада нема тежину иако има масу. Када одскочимо од подлоге, наше тело не притиска подлогу и наша тежина је тада једнака нули.



- Написати ознаке и мерне јединице за масу и тежину.
- Чему је једнак количник тежине и масе?
- Како се зове инструмент за мерење тежине тела?
- Колика је тежина девојчице у тренутку њеног скока у даљ, док је у ваздуху?
- Колики је однос тежина астронаута на Марсу и на Земљи?



САЗНАЈ ВИШЕ

Сила Земљине теже и тежина су једнаког интензитета само када тело мирује на равној подлози.



Слика 5.4.8. Док је у скоку, када не додирује подлогу, дечак нема тежину



5.5.ГУСТИНА ТЕЛА. СРЕДЊА ГУСТИНА ТЕЛА

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ЧВРСТОГ ТЕЛА ПРАВИЛНОГ ОБЛИКА

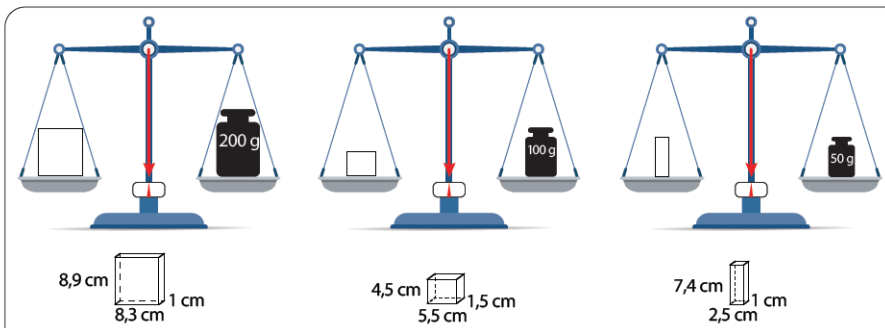


Маса је физичка величина којом описујемо инертност тела. Маса зависи од запремине тела и од материјала од којег је тело. Масу тела меримо помоћу ваге.

ГУСТИНА ТЕЛА. УПОРЕЂИВАЊЕ МАСЕ ТЕЛА САЧИЊЕНИХ ОД ИСТОГ МАТЕРИЈАЛА, РАЗЛИЧИТИХ ЗАПРЕМИНА

Помињали смо да маса тела зависи од његове запремине и од материјала од којег је направљено. Научили смо како меримо масу, али још увек није јасно како описујемо материјал од кога је тело направљено. Да бисмо ово разјаснили, можемо да замислимо следећи експеримент.

Посматрајмо три квадрa димензија $a_1 = 8,9 \text{ cm}$, $b_1 = 8,3 \text{ cm}$ и $c_1 = 1 \text{ cm}$; $a_2 = 4,5 \text{ cm}$, $b_2 = 5,5 \text{ cm}$ и $c_2 = 1,5 \text{ cm}$; $a_3 = 2,5 \text{ cm}$, $b_3 = 1 \text{ cm}$ и $c_3 = 7,4 \text{ cm}$. Нека су маса првог квадрa $m_1 = 200 \text{ g}$, маса, другог квадрa $m_2 = 100 \text{ g}$, маса трећег квадрa $m_3 = 50 \text{ g}$. Израчунајмо запремине сва три тела.



Слика 5.5.1. Поређење маса тела направљених од истих материјала, различитих запремина

$$V_1 = a_1 \cdot b_1 \cdot c_1 = 72 \text{ cm}^3, V_2 = a_2 \cdot b_2 \cdot c_2 \approx 37 \text{ cm}^3, V_3 = a_3 \cdot b_3 \cdot c_3 = 18,5 \text{ cm}^3$$

$\frac{m_1}{V_1}$	$2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
$\frac{m_2}{V_2}$	$2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
$\frac{m_3}{V_3}$	$2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

- густина тела,
- количник масе и запремине,
- средња густина тела,
- густина чврстог тела правилног облика

Три тела су направљена од истог материјала. Масе су им различите, као и запремине, али количник масе и запремине је исти. **Количник масе и запремине** представља изведену физичку величину која описује од ког материјала је тело направљено. Ова физичка величина се назива **густина тела**. Означава се грчким

словом ρ , чита се „ро“. Мерна јединица је $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ или $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

$$\rho = \frac{m}{V} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]; \left[\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$$

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{1000 \text{ g}}{1000000 \text{ cm}^3} = 0,001 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{1000000 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Густину тела не можемо да меримо директно. Добијамо је као количник масе и запремине тела.

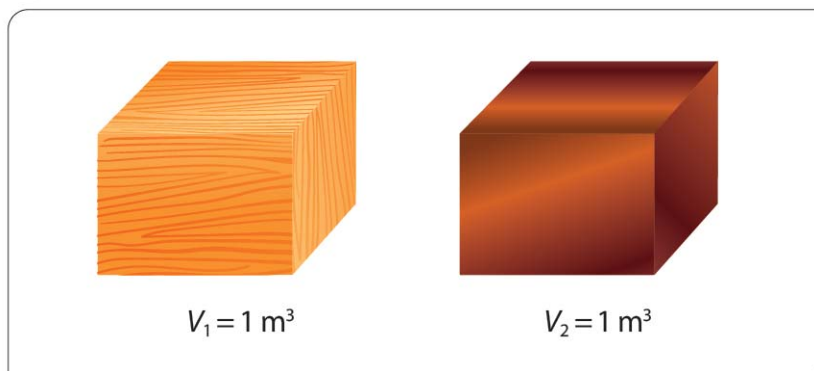
У табели су дате густине неких материјала:

МАТЕРИЈАЛ	ГУСТИНА $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$
Ваздух	1,3
Вода	1000
Дрво	750
Алуминијум	2700
Бакар	8960

Табела 5.5.1: Густине различитих материјала

Тела од различитих материјала, а истих запремина, имају различите густине, па самим тим и масе.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V$$



Слика 5.5.2. Поређење маса тела запремина $V_1 = V_2 = V = 1 \text{ m}^3$, једно направљено од дрвета, друго од бакра.

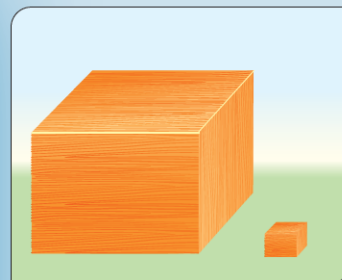
Према подацима из табеле, већу масу ће имати оно тело које има већу густину, дакле тело од бакра: $m_1 = \rho_1 \cdot V = 750 \text{ kg}$ (тело од дрвета), $m_2 = \rho_2 \cdot V = 8960 \text{ kg}$ (тело од бакра).

Из производа $m = \rho \cdot V$ видимо да у случају тела која имају исту густину, већу масу ће имати тело веће запремине.

СРЕДЊА ГУСТИНА ТЕЛА

Досада смо говорили о телима од истог материјала који је равномерно распоређен по целом телу. Постоје тела која су од више различитих материјала. У том случају рачунамо **средњу густину тела** као количник укупне масе тела и укупне запремине

$$\text{тела, } \rho_{\text{sr}} = \frac{m_{\text{u}}}{V_{\text{u}}}$$



Слика 5.5.3 Два тела истих густина, различитих запремина



5.4.2. Израчунати средњу густину кутије облика квадра направљене од гвожђа, са поклопцем од алуминијума. Укупна запремина кутије је $V_{\text{u}} = 5 \text{ dm}^3$, укупна маса је $m_{\text{u}} = 31 \text{ kg}$. Дужина и ширина поклопца су редом $a = 11 \text{ cm}$, $b = 8 \text{ cm}$, а дебљина поклопца је $d = 4 \text{ cm}$. Израчунати масу поклопца.

Физичка појава: средња густина тела

Поставка задатка:

- укупна запремина кутије $V_{\text{u}} = 5 \text{ dm}^3$;
- укупна маса кутије $m_{\text{u}} = 31 \text{ kg}$;
- Дужина и ширина поклопца су редом $a = 11 \text{ cm} = 0,11 \text{ m}$, $b = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$, дебљина поклопца је $d = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$

Тражи се:

Средња густина кутије ρ_{sr}

Маса поклопца m_{p}

Решење:

Средњу густину рачунамо према формули $\rho_{\text{sr}} = \frac{m_{\text{u}}}{V_{\text{u}}}$; $m_{\text{u}} = 31 \text{ kg}$; $V_{\text{u}} = 5 \text{ dm}^3 = 0,005 \text{ m}^3$

$$\rho_{\text{sr}} = \frac{31 \text{ kg}}{0,005 \text{ m}^3} = 6200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Масу поклопца рачунамо према формули $m_{\text{p}} = \rho_{\text{p}} \cdot V_{\text{p}}$

Како је поклопац направљен од алуминијума, видимо из табеле да је густина поклопца

$\rho_{\text{p}} = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Запремину поклопца рачунамо као запремину квадра

$$V_{\text{p}} = a \cdot b \cdot d = 0,0088 \text{ m}^2 \cdot 0,04 \text{ m} = 0,000352 \text{ m}^3.$$

$$m_{\text{p}} = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,000352 \text{ m}^3 = 0,95 \text{ kg}.$$

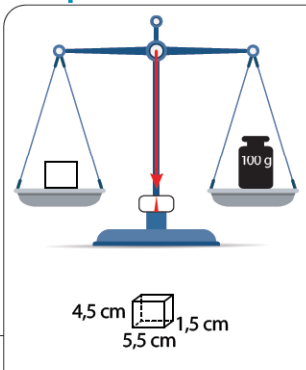


ОГЛЕД

Индијектно одређивање густине материјала квадра мерењем масе и запремине

Измерити масу тела помоћу ваге са теговима. Измерити запремину тела мерећи његове димензије. Поделити измерену запремину са измереном масом. Добијену вредност упоредити са вредностима густина различитих материјала датих у табели 5.5.1. Да ли се добијена вредност слаже са неком из табеле? Дискутовати о резултату и проценити колико је мерење добро.

Када хоћемо да измеримо **густину тела правилног облика**, то радимо тако што измеримо вагом његову масу, а према формули за запремину тела о којем је реч израчунамо његову запремину мерећи димензије тела.



Слика 5.5.4. Индијектно мерење густине тела.



- Шта представља густина тела?
- Која је ознака, а која мерна јединица за густину?
- Зашто тело направљено од дрвета има мању масу од тела направљеног од гвожђа?
- Зашто већа коцка направљена од дрвета има већу масу?
- Шта представља средња густина?

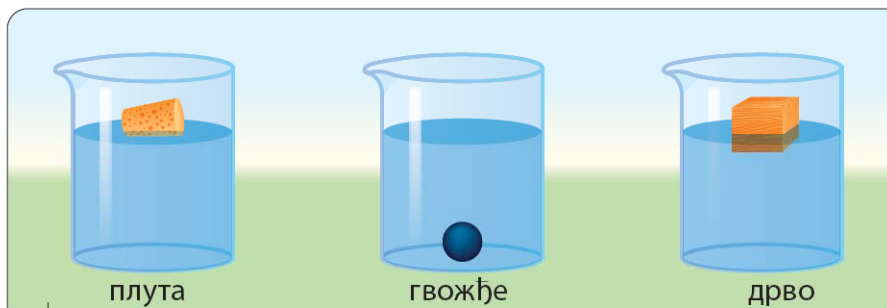
5.6. ПЛУТАЊЕ ТЕЛА



Густина тела је количник масе и запремине. Ова изведена физичка величина описује од ког материјала је тело направљено.

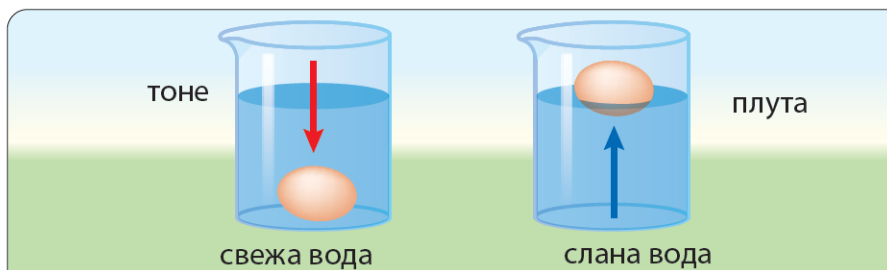
ПЛУТАЊЕ И ТОЊЕЊЕ ТЕЛА

Сви смо приметили да нека тела потону чим их убацимо у воду, нека остају да пливају или лебде на површини воде, а нека делом остају изнад њене површине.



Слика 5.6.1. Затварач од плуте плута на води, гвоздена кугла пада на дно, а дрвена коцка и плута и једним својим делом је потопљена у воду

Могли смо да приметимо и да јаје пада на дно посуде са свежом водом, док плута у посуду са сланом водом (наравно, овде је битна количина соли коју додајемо води).



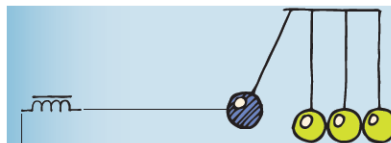
Слика 5.6.2. Јаје у свежој и сланој води

Из наведених примера видимо да тела начињена од различитих материјала тону или плутају у течности. Такође, мењањем састава течности, једно исто тело може да плута или тоне.

У претходној лекцији смо научили да је густина физичка величина која описује од ког материјала је састављено тело или материјал. Видимо да одговор на питање хоће ли тело плутати или потонути у течност зависи од односа густине тела и течности.

Ако је густина тела већа од густине течности – тело **тоне**, а ако је густина тела мања – оно **плута** по површини течности.

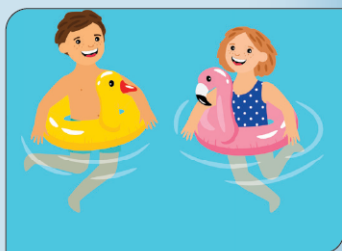
У следећој табели уписане су вредности густина различитих материјала. Сада је јасно зашто плутени затварач плива (плута) по води, а зашто гвоздени предмет тоне. Густина плуте је мања од густине воде, док је густина гвожђа већа.



- плутање,
- тоњење,
- средња густина

Термин плутање значи исто што и пливање

МАТЕРИЈАЛ	ГУСТИНА $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$
Ваздух	1,3
Вода	1000
Дрво	750
Гвожђе	2700
Плута	200–240
Гума	1100–1190



Слика 5.6.3. Гумени појас за пливање плута по води јер ваздух који је у њему смањује његову средњу густину

ПЛУТАЊЕ ТЕЛА. СРЕДЊА ГУСТИНА

Зашто јаје (слика 5.6.2) у свежој води тоне, а у сланој плута? Додајући со у воду повећали смо густину воде, тако да њена густина постаје већа од густине јајета. Подсетимо се да и у случају слане воде и у случају јајета, говоримо о средњој густини јер ни слана вода ни јаје нису од истог материјала.

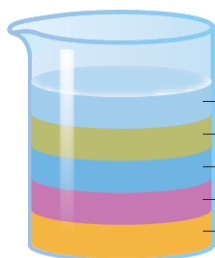
Из табеле видимо да је густина гуме већа од густине воде, а из искуства знамо да појас за пливање служи непливачима да не би потонули. Како објашњавамо ову појаву? Слично као и у примеру са јајетом и сланом водом, реч је о средњој густини. Појас за пливање јесте направљен од гуме, али је испуњен ваздухом који знатно смањује средњу густину појаса (густина ваздуха је само $1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$).



ОГЛЕД

Распоређивање течности у чаши у зависности од њихове густине

У чашу сипати следеће течности: мед, детерџент за прање судова, маслиново уље, алкохол, воду. Посматрајте како ће се течности по слојевима распоређивати у чаши. Објаснити овакав распоред течности на основу табеле густина.



Алкохол
Маслиново уље
Вода
Детерџент за прање судова
Мед

Слика 5.6.4. Густина течности

МАТЕРИЈАЛ	ГУСТИНА $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$
Мед	1400
Детерџент за прање судова	1100
Вода	1000
Маслиново уље	920
Алкохол	790
Гума	1100–1190



- Од чега зависи да ли ће тело потонути или ће пливати по течности?
- Зашто гвоздени предмет пада на дно посуде са течношћу?
- Ако у чашу ставимо воду, маслиново уље и алкохол, која течност ће бити на дну, а која на врху чаше?
- Због чега гумена лопта плива по води? Шта би се десило кад би се лопта пробушила, тј. када би из ње изашао ваздух? Објаснити.
- Зашто се на металне кључеве за ормариће на неким базенима закачиње привезак од плуте?

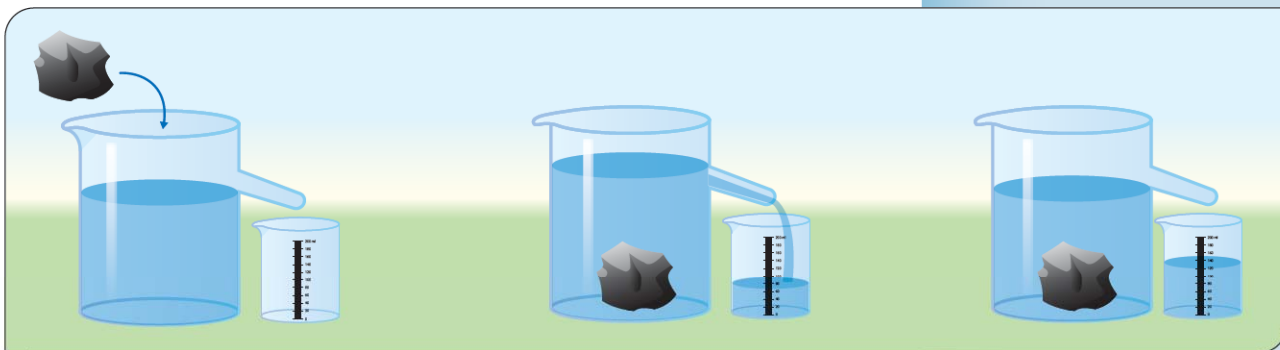
5.7. ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ЧВРСТИХ ТЕЛА НЕПРАВИЛНОГ ОБЛИКА



Густина тела је количник масе и запремине тела: $\rho = \frac{m}{V}$. Ако тело није састављено само од једног материјала, говоримо о средњој густини тела. Мензура је посуда која има означену скалу помоћу које можемо да очитавамо запремину течности коју сипамо у њу.

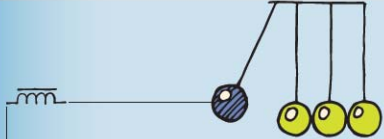
ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ЧВРСТИХ ТЕЛА НЕПРАВИЛНОГ ОБЛИКА

Да бисмо одредили густину тела, потребно је да одредимо његову масу и запремину. Већ смо видели да масу тела меримо вагом, а запремину тела правилног облика рачунамо мерећи његове димензије. У случају **тела које нема правилни облик** не можемо да употребимо формулу преко које бисмо израчунали његову запремину мерећи димензије тела.



Слика 5.7.1. Одређивање запремине тела неправилног облика

Запремину тела неправилног облика одређујемо помоћу мензуре. Приметићемо да када у течност убацимо тело које падне на дно мензуре, ниво течности у мензури се повећа (слика 5.7.1). Запремина течности се повећала за запремину тела које смо убацили у мензуру, а промену запремине можемо да очитамо помоћу скале (исто би било када би мензура имала одвод помоћу којег би вода из мензуре одлазила у мању мензуру коју поставимо поред). Ако течност напунимо до нивоа одвода и убацимо тело у њу, запремина течности која је истекла у мању мензуру једнака је запремини тела које је убачено у већу.

- 
- густина тела неправилног облика,
 - запремина тела неправилног облика



5.7.1. Израчунати густину тела које убачено у течност. Пре убацивања мензура показује 300 cm^3 , а после убацивања тела 500 cm^3 . Измерена маса тела је 540 g .

Физичка појава: густина тела неправилног облика, маса

Поставка задатка:

- запремина воде пре убацивања тела $V_1 = 300 \text{ cm}^3$
- запремина воде после убацивања тела $V_2 = 500 \text{ cm}^3$
- маса тела је $m = 540 \text{ g}$

Тражи се: Густина материјала од којег је направљено тело.

Решење: Запремина истиснуте воде због убацивања чврстог тела у њу се рачуна према формули $V = V_2 - V_1$.

Где је V_1 запремина воде пре убацивања тела, а V_2 запремина воде после убацивања тела.
 $V = 200 \text{ cm}^3$.

$$\text{Густину тела рачунамо преко формуле } \rho = \frac{m}{V} = \frac{540 \text{ g}}{200 \text{ cm}^3} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$



ОГЛЕД

Мерење запремине тела помоћу мензуре

Два ученика узму тела правилног облика, нпр. две коцке истих запремина. Један ученик убаци коцку у мензуру, и на претходно описани начин израчуна његову запремину. Други ученик измери димензије коцке и преко формуле израчуна његову запремину. Ученици упореде запремине.

Да ли су запремине мерене на два начина приближно исте?



- Зашто запремину тела неправилног облика не можемо да одредимо на исти начин као запремину тела правилног облика?
- На који начин меримо запремину тела неправилног облика?
- Како на мензури читавамо запремину течности пре и после убацивања чврстог тела?
- Шта још треба измерити, поред запремине тела неправилног облика, да бисмо одредили његову густину?
- Да ли метод мерења запремине тела помоћу мензуре можемо да применимо и на мерење запремине тела правилног облика? Да ли се тако измерена запремина тела правилног облика разликује од оне добијене мерењем димензија тела и коришћењем формуле за рачунање запремине?

5.8. ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ТЕЧНОСТИ

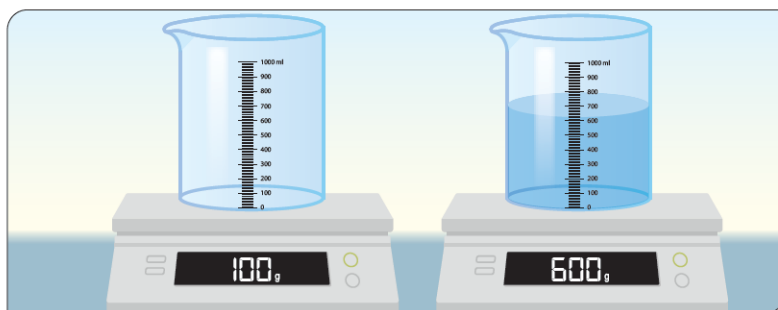


Густина тела је количник масе и запремине тела: $\rho = \frac{m}{V}$. Да бисмо одредили густину тела ρ , потребно је измерити његову масу m и запремину V .

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ТЕЧНОСТИ.

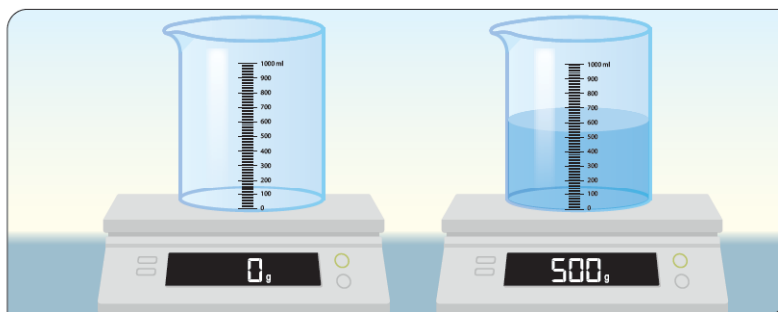
Да бисмо одредили густину тела, потребно је да одредимо његову масу и запремину. Већ смо видели да масу тела меримо вагом. За мерење и масе и запремине течности користимо мензурну.

Мерење масе течности је индиректно мерење и врши се тако што прво измеримо масу празне мензуре m_1 , а потом масу мензуре са течношћу у њој m_2 . Масу саме течности добијамо као разлику две измерене масе $m = m_2 - m_1$.

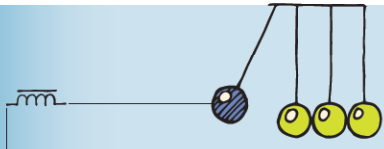


Слика 5.8.1. Одређивање масе течности

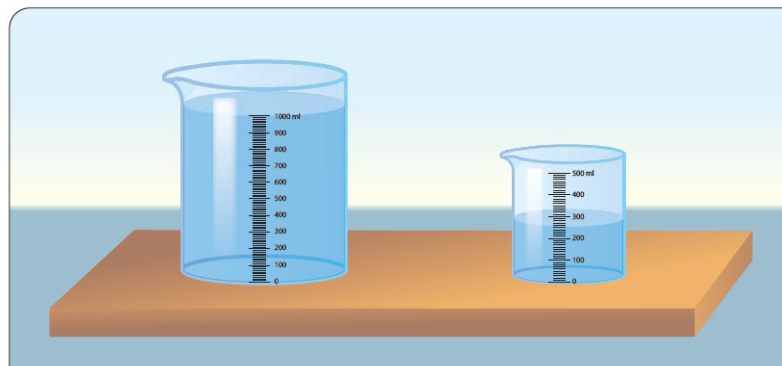
Уместо да меримо празну мензурну, можемо да подесимо равнотежу ваге када је мензурна на њој (нпр. у случају дигиталне ваге то значи да ставимо вагу на тас, па тек онда притиснемо дугме које показује вредност масе). Тада ће вага са празном мензуром показивати вредност од 0 g, јер смо масу празне мензуре придружили маси таса. Кажемо да смо **калибрисали** вагу. Ако после на вагу ставимо мензурну са течношћу, вага ће показивати вредност масе течности, то јест нећемо морати да одузимамо вредности масе мензуре са течношћу и масе празне мензуре.



Слика 5.8.2. Одређивање масе течности. Подешавање ваге тако да маса празне мензуре са тасом показује 0 g

- 
- густина течности,
 - мерење масе течности,
 - мерење запремине течности,
 - калибрација

Мерење запремине течности је директно мерење. Запремину течности очитавамо помоћу подељака на скали мензуре.



Слика 5.8.3. Мерење запремине течности мензуром



5.8.1. На основу података са слике 5.7.1., одредити густину течности и која течност је у мензури.

Физичка појава: густина течности

Поставка задатка:

- маса празне мензуре $m_1 = 100 \text{ g}$
- маса мензуре са течношћу $m_2 = 600 \text{ g}$
- запремина течности $V = 500 \text{ ml}$

Тражи се:

- Густина течности у мензури
- Врста течности у мензури

Решење:

Маса течности се рачуна према формули

$$m = m_2 - m_1$$

Где је m_1 маса празне мензуре, а m_2 маса мензуре са течношћу

$$m = m_2 - m_1 = 600 \text{ g} - 100 \text{ g} = 500 \text{ g}$$

Густина се рачуна према формули $\rho = \frac{m}{V}$

$$\rho = \frac{500 \text{ g}}{500 \text{ ml}} = \frac{0,5 \text{ kg}}{0,0005 \text{ m}^3}$$

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

Користећи табелу 5.5.1. закључујемо да је течност у мензури којој одговара густина

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \text{ вода.}$$



• Како меримо масу, а како запремину течности?

• Којом формулом рачунамо густину течности?

• Претворити $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ у $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

• Претворити $13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ у $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

• Ако је маса празне мензуре 120 g , маса мензуре са течношћу 620 g , а запремина течности 500 ml , колика је густина течности?



САЖЕТАК

- **Инерција** је појава да тело одржава брзину равномерно праволинијског кретања или стања мировања, у одсуству спољашњег утицаја.
- **Закон инерције** каже да тело остаје у стању мировања или равномерно праволинијског кретања све док на њега не делује неко друго тело.
- У одсуству дејства других тела тело се **креће по инерцији**.
- **Инертност** је својство тела да задржи стање мировања или кретања у коме се налази.
- **Маса** је физичка величина која представља меру инертности. Она не зависи од тога где се тело налази. Зависи од запремине тела и од материјала од кога је тело направљено.
- Маса тела се мери **вагом**. У школским лабораторијама најчешће користимо **аналитичке ваге**. У научним лабораторијама се користе **дигиталне ваге** високе прецизности мерења док у свакодневном животу користимо дигиталне ваге ниже прецизности.
- **Тежина тела** је сила којом тело притиска подлогу или затеже нит о коју је закачено. Појмови тежине и масе се често мешају у свакодневном животу. Мерна јединица за масу је килограм, kg док је за тежину њутн, N. Тежину тела меримо **динамометром**. Када тело стоји на хоризонталној подлози или када је закачено за динамометар, тежину тела рачунамо преко формуле $Q = m \cdot G$, где је Q тежина, m маса и G јачина гравитационог поља. **Јачина гравитационог поља** није иста на различитим положајима на Земљи, као ни на различитим планетама. Због тога тежина зависи од тога где се тело налази.
- **Густина тела** описује материјал од кога је тело направљено. Представља количник масе и запремине тела, $\rho = \frac{m}{V}$.
- Ако је густина тела већа од густине течности, тело **тоне**, а ако је мања, тело **плута** по течности.
- Запремина тела **неправилног облика** једнака је разлици запремина течности у мензури после и пре убацивања тела у њу.
- **Густину течности** одређујемо мерењем њене масе и запремине, помоћу мензуре. Мерење масе течности је индиректно и врши се тако што се прво измери мензура, а потом мензура са течношћу у њој. Масу саме течности добијамо као разлику две измерене масе. Запремину течности меримо директно читавањем подељака на скали мензуре.



ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

1. Свакој физичкој величини придружи одговарајућу мерну јединицу.

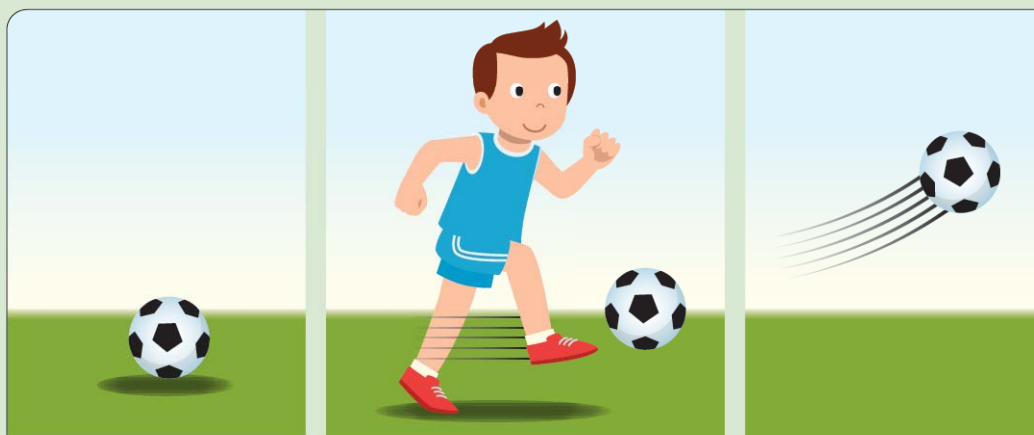
- | | | |
|------------------------------|-------|---------------------|
| а) маса | _____ | 1) N |
| б) тежина | _____ | 2) $\frac{N}{kg}$ |
| в) јачина гравитационог поља | _____ | 3) kg |
| г) густина | _____ | 4) $\frac{kg}{m^3}$ |

2. Свакој физичкој величини придружи одговарајућу ознаку.

- | | | |
|------------------------------|-------|-----------|
| а) густина | _____ | 1) m |
| б) маса | _____ | 2) ρ |
| в) тежина | _____ | 3) G |
| г) јачина гравитационог поља | _____ | 4) Q |

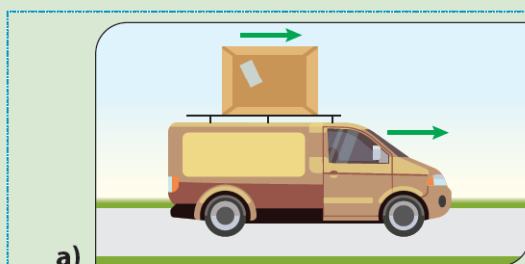
3. Погледати слику и заокружити тачне одговоре. (лопта се није кретала пре шута)

- а) Лопта се све време креће зато што дечак делује на њу.
- б) Лопта престаје да се креће када дечак престане да делује на њу.
- в) Лопта се креће због тога што ју је дечак шутнуо, а она тежи да задржи стање кретања у коме се налазила и по престанку деловања дечака на њу.
- г) Лопта се креће по инерцији.
- д) Лопта се креће сама од себе, без обзира на то што ју је дечак шутнуо, јер на њу делује сила Земљине теже.
- ђ) Лопта би наставила да мирује да је дечак није шутнуо.





4. Придржити тачне одговоре слици. (напомена: један одговор је вишак)



1. Камион нагло кочи, сандук на крову наставља да се креће по инерцији; у правцу и смеру у коме се камион кретао пре наглог кочења

2. Камион се креће равномерно, сандук на крову мирује у односу на камион.

3. Камион нагло кочи, сандук на крову наставља да се креће у смеру супротном од онога у коме се камион кретао пре наглог кочења.

a) _____ б) _____

5. Колики је количник маса два тела истих запремина од којих је једно од дрвета, а друго од алуминијума? Густина дрвета је $\rho_1 = 750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, а густина алуминијума је $\rho_2 = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Заокружити тачан одговор:

а) $\frac{m_1}{m_2} = 1,$

б) $\frac{m_1}{m_2} = 0,36,$

в) $\frac{m_1}{m_2} = 0,28,$

г) $\frac{m_1}{m_2} = 2,8.$

6. Колики је количник маса два тела истих густина од којих је запремина првог два пута већа од запремине другог тела? Заокружити тачан одговор:

а) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2},$

б) $\frac{m_1}{m_2} = 1,$

в) $\frac{m_1}{m_2} = 2,$

г) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}.$

7. Половина запремине тела је направљена од бакра, а половина од алуминијума.

Колика је средња густина тела? (Густина бакра је $\rho_1 = 8960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ а густина алуминијума је $\rho_2 = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.)

а) $\rho = \rho_1 + \rho_2 = 11660 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

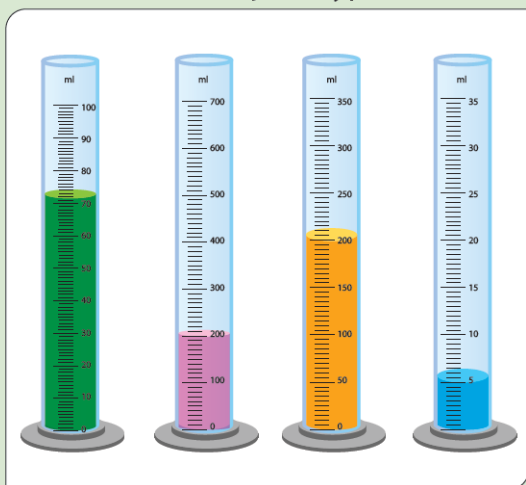
б) $\rho = \rho_1 = 8960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

в) $\rho = \rho_2 = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

г) $\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = 5830 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

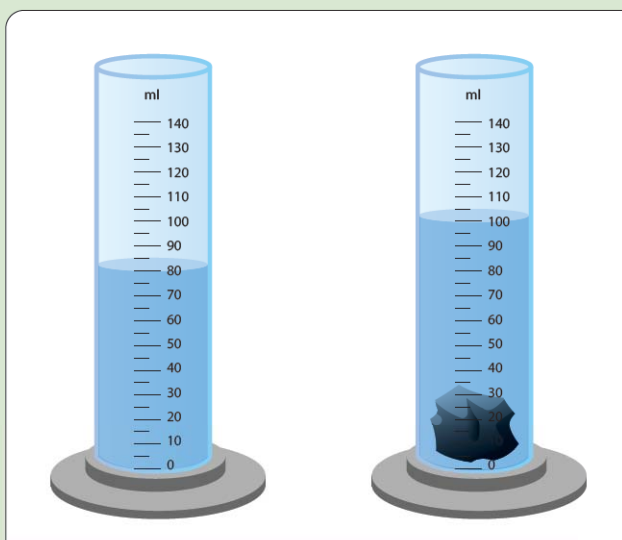


8. Колике су масе воде у свакој мензури? Придружити очитане вредности (А, Б, В, Г) свакој мензури.



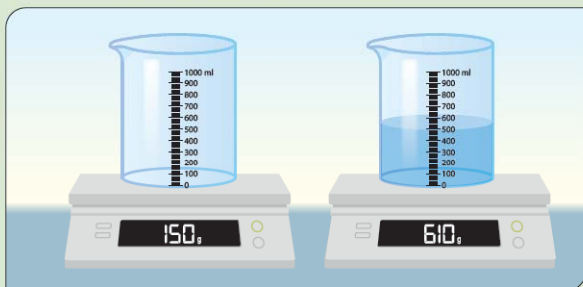
- | | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Вода обојена
зеленом бојом | а) 200 g |
| Вода обојена
љубичастом бојом | б) 5 g |
| Вода обојена
наранџастом бојом | в) 70 g |
| Вода обојена
плавом бојом | г) 100 g |

9. Колика је маса тела које се налази на дну мензуре? У мензури је вода ($\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$). Заокружити тачан одговор:



- а) 100 g,**
б) 80 g,
в) 20 g,
г) 40 g.

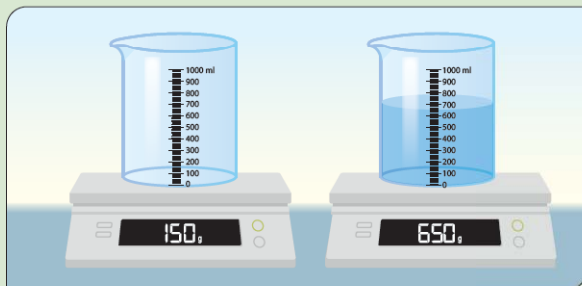
10. На слици су дате масе празне чаше и чаше у којој се налази течност. Колика је маса саме течности?



- а) 610 g**
б) 500 g
в) 460 g



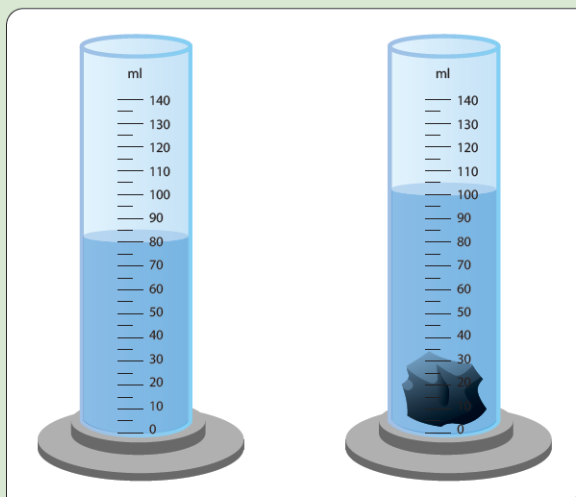
11. На слици су дате масе празне чаше и чаше у којој се налази течност. Користећи табелу одредити о којој је течности реч. Заокружити тачан одговор:



ВРСТА ТЕЧНОСТИ	ГУСТИНА $\left[\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right]$
Жива	13,6
Маслиново уље	0,92
Бензин	0,71
Вода	1

а) жива, б) вода, в) маслиново уље, г) бензин.

12. Ако се у мензури налази вода, колика је маса воде истиснуте телом? Користити табелу са густинама. Заокружити тачан одговор:



ВРСТА ТЕЧНОСТИ	ГУСТИНА $\left[\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right]$
Жива	13,6
Маслиново уље	0,92
Бензин	0,71
Вода	1

а) 100 g, б) 80 g, в) 20 g, г) 40 g.

13. Колики је однос тежина астронаута масе $m = 70 \text{ kg}$ када се он налази на Земљи и када се налази на Марсу? Јачина гравитационог поља Земље је $G_1 = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ а Марса $G_2 = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Заокружити тачан одговор:

а) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{G_1}{G_2} = 0,38,$ б) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{G_1}{G_2} = 2,60,$
 в) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1}{m_2} = 1.$ г) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{G_1}{G_2} = 3,33$ д) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{G_1}{G_2} = 4$



14. Колики је однос тежина девојчице масе $m_1 = 45 \text{ kg}$ и дечака масе $m_2 = 58 \text{ kg}$ који се налазе на Земљи. Заокружити тачан одговор:

а) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1}{m_2} = 0,78 \text{ N},$

б) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1}{m_2} = 1,29,$

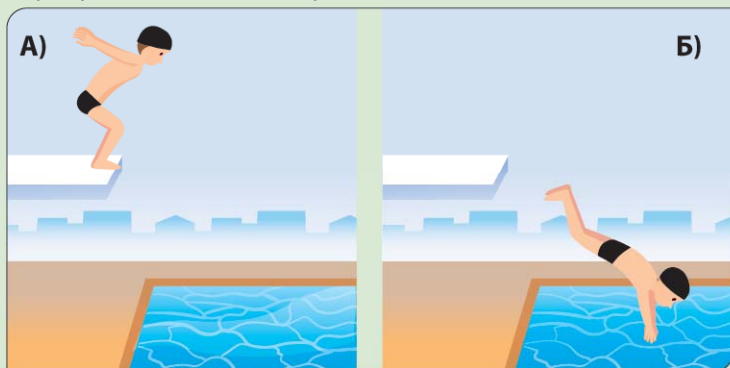
в) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1}{m_2} = 0,78.$

г) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1}{m_2} = 1,33,$

д) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1}{m_2} = 1,25,$

ђ) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1}{m_2} = 0,78 \text{ kg},$

15. На слици видимо Јована који се припрема да скочи у базен (А), и Јована у тренутку скока (Б). Заокружити тачне одговоре.



а) Јованова маса на слици 1 је већа од његове масе на слици 2.

б) Јованову тежину на слици 1 рачунамо према формули $Q = m \cdot G$ где је m Јованова маса, а G јачина гравитационог поља.

в) Јованова маса на слици је 1 једнака је његовој маси на слици 2.

г) Јованова тежина на слици је 1 једнака је његовој тежини на слици 2.

д) Јованова тежина на слици 2 једнака је нули.

16. Свакој вредности запремине са леве стране придружити њој једнаку вредност запремине са десне стране.

а) 500 ml

1) 300 cm³

б) 500 dm³

2) 0,0005 m³

в) 300 ml

3) 0,5 cm³

г) 300 cm³

4) 0,3 l

17. Свакој вредности масе са леве стране придружити њој једнаку вредност масе са десне стране.

а) 500 g

1) 0,05 kg

б) 500 mg

2) 0,0005 kg

в) 0,05 kg

3) 0,5 kg

г) 50 g

4) 50 g



18. Свакој вредности густине са леве стране придружити њој једнаку вредност густине са десне стране.

а) $19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

б) $2600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

в) $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

г) $0,00129 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

1) $1,93 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

2) $19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

3) $260 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

4) $2,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

5) $100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

6) $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

7) $1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

8) $12,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

19. Заокружити тачне одговоре, који дају формулу за рачунање тежине тела које мирује на равној подлози:

а) $Q = \frac{m}{G}$, **б)** $Q = \frac{\rho}{V \cdot G}$, **в)** $Q = m \cdot G$, **г)** $Q = \frac{\rho}{V} \cdot G$ **д)** $Q = \rho \cdot V \cdot G$

20. Стаклени и гвоздени кликер истих запремина се потопе прво у мензуру са водом, а потом у мензуру са уљем. Густина стакла је мања од густине гвожђа, а густина воде је већа од густине уља. Заокружити тачне одговоре.

а) Стаклени кликер истискује већу масу воде, али мању масу уља од гвозденог.

б) Стаклени кликер истискује мању масу воде, али већу масу уља од гвозденог.

в) Истиснуте масе обе течности су једнаке независно од кликера.

г) Истиснута маса воде је мања од истиснуте масе уља независно кликера.

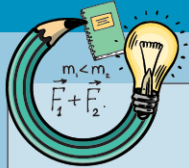
д) Истиснута маса воде је већа од истиснуте масе уља независно кликера.

ђ) Маса кликера су једнаке.

е) Маса стакленог кликера је мања од масе гвозденог кликера када су потопљени у воду, али не када су потопљени у уљу.

ж) Маса стакленог кликера је већа од масе гвозденог кликера независно од течности у коју су потопљени.

з) Маса стакленог кликера је мања од масе гвозденог кликера независно од течности у коју су потопљени.



ОСНОВНЕ ФОРМУЛЕ

МАСА. ТЕЖИНА. ЗАПРЕМИНА. ГУСТИНА.	
Тежина тела	$Q = m \cdot G$
Густина тела	$\rho = \frac{m}{V}$
Средња густина тела	$\rho_{sr} = \frac{m_u}{V_u}$
Запремина квадра	$V = a \cdot b \cdot c$
Запремина коцке	$V = a^3$
Тежина тела изражена преко густине и запремине	$Q = m \cdot G$ $m = \rho \cdot V$ $Q = \rho \cdot V \cdot G$

ЗАДАЦИ

• МАСА И ТЕЖИНА ТЕЛА

1. Колика је тежина човека који стоји на хоризонталној подлози на Марсу ако је маса човека $m = 70 \text{ kg}$, а гравитационог поља Марса $3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$?

Физичка појава: маса и тежина

• Поставка задатка:

Маса човека $m = 70 \text{ kg}$

Јачина гравитационог поља $G = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Тражи се: тежина тела на Марсу, $Q = ?$

2. Колика би била разлика Машине тежине када би се она налазила на Марсу и када би се налазила на Меркуру? Јачина гравитационог поља Марса је $G_1 = 3,59 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, а јачина гравитационог поља Меркура је $G_2 = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Машина маса је 45 kg .

Физичка појава: маса и тежина

• Поставка задатка:

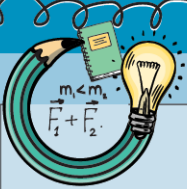
Машина маса $m = 45 \text{ kg}$

Јачина гравитационог поља Марса $G_1 = 3,59 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Јачина гравитационог поља Меркура $G_2 = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Тражи се:

Разлика тежине Маше на Марсу и на Меркуру $Q_2 - Q_{21}$



3. Колика треба да буде Јованова маса, да би његова тежина када би био на Меркуру била једнака Машиној тежини када би била на Марсу. Јачина гравитационог поља Меркура је $G_1 = 3,59 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, а јачина гравитационог поља Марса је $G_2 = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Машина маса је 45 kg.

Физичка појава: маса и тежина

• **Поставка задатка:**

Машина маса $m_1 = 45 \text{ kg}$

Јачина гравитационог поља Меркура $G_1 = 3,59 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Јачина гравитационог поља Марса $G_2 = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Тражи се: Јованова маса, $m_2 = ?$

• **ГУСТИНА ЧВРСТОГ ТЕЛА ПРАВИЛНОГ ОБЛИКА**

4. Колика је маса тела изражена у kg, ако је густина тела $\rho = 2,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ а његова запремина $V = 0,1 \text{ dm}^3$?

Физичка појава: густина тела

• **Поставка задатка:**

Густина тела $\rho = 2,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Запремина тела $V = 0,1 \text{ dm}^3$

Тражи се: маса тела изражена у kg.

5. Колика је маса тела облика коцке изражена у kg, ако је густина тела $\rho = 10,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ а ивица коцке износи $a = 10 \text{ cm}$?

Физичка појава: густина чврстог тела правилног облика

• **Поставка задатка:**

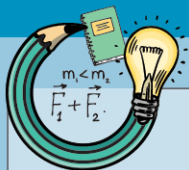
Густина тела $\rho = 10,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Ивица коцке $a = 10 \text{ cm}$?

Тражи се: маса тела изражена у kg.

• **ГУСТИНА ТЕЧНОСТИ И ЧВРСТОГ ТЕЛА НЕПРАВИЛНОГ ОБЛИКА**

6. Колика је маса течности густине $\rho = 0,92 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ а запремина = 100 ml ?



7. Запремина течности у мензури пре убацивања камена у њу износи $V_1 = 200 \text{ cm}^3$, а након убацивања камена запремина течности у мензури је $V_2 = 300 \text{ cm}^3$. Маса камена је $m = 210 \text{ g}$. Колика је густина камена?

Физичка појава: густина чврстог тела неправилног облика

• **Поставка задатка:**

Запремина течности у мензури пре убацивања камена у њу износи $V_1 = 200 \text{ cm}^3$

Запремина течности у мензури након убацивања камена $V_2 = 300 \text{ cm}^3$

Маса камена $m = 210 \text{ g}$.

Тражи се: густина камена, $\rho = ?$

• **СРЕДЊА ГУСТИНА ТЕЛА**

8. Један део тела запремине $V_1 = 100 \text{ cm}^3$ је направљен од алуминијума густине $\rho_1 = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, а други део запремине $V_2 = 200 \text{ cm}^3$ од олова густине $\rho_2 = 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Колика је средња густина тела?

Физичка појава: средња густина тела

• **Поставка задатка:**

Запремина тела направљеног од алуминијума $V_1 = 100 \text{ cm}^3$

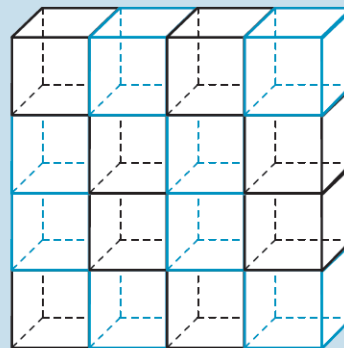
Густина алуминијума $\rho_1 = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

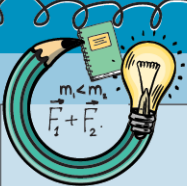
Запремина тела направљеног од олова $V_2 = 200 \text{ cm}^3$

Густина олова $\rho_2 = 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Тражи се: средња густина тела $\rho_{sr} = ?$

9. Јован ређа наизменично коцке од дрвета и алуминијума, као на слици. Црне коцке су дрвене, а плаве алуминијумске. Запремине свих коцки су једнаке и износе по 1 dm^3 . Густина дрвета је $\rho_1 = 750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, а алуминијума $\rho_2 = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Наћи средњу густину конструкције коју је направио Јован.





- 10*.** Три четвртине тела је направљено од олова густине $\rho_1 = 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, а остатак од гвожђа густине $\rho_2 = 7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Колика је маса дела тела сачињеног од гвожђа? Колика је средња густина тела? Маса дела тела направљеног од олова износи $m_1 = 4,24 \text{ kg}$.

Физичка појава: средња густина тела

• **Поставка задатка:**

Запремина тела направљеног од олова $V_1 = \frac{3}{4} \cdot V_u$

Густина олова $\rho_1 = 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Густина гвожђа $\rho_2 = 7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Маса дела тела направљеног од олова $m_1 = 4,24 \text{ kg}$

Тражи се: маса m_2 дела тела направљеног од гвожђа, средња густина тела $\rho_{sr} = ?$

- 11*.** $\frac{3}{4}$ запремине тела направљено је од олова ($\rho_1 = 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) а остатак од гвожђа ($\rho_2 = 7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$). Колики је количник дела масе тела направљеног од олова и оног направљеног од гвожђа?

- 12*.** Две трећине запремине тела направљено је од олова ($\rho_1 = 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) а остатак од гвожђа ($\rho_2 = 7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$). Наћи средњу густину тела.

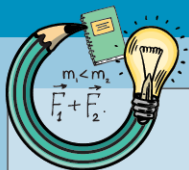
• КОМБИНОВАНИ ЗАДАЦИ: ТЕЖИНА, МАСА, ГУСТИНА, ЗАПРЕМИНА

- 13.** Колика је тежина тела запремине $V = 2 \text{ dm}^3$ направљеног од олова ($\rho_1 = 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)? Вредност јачине гравитационог поља Земље заокружити на $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

- 14.** Колики је количник тежина две течности истих запремина, чије су густине $0,92 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ и $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$?

- 15.** Колика је разлика тежина на Земљи два тела истих запремина $V_1 = V_2 = V = 2 \text{ dm}^3$, ако је прво састављено од злата ($\rho_1 = 19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), а друго од сребра ($\rho_2 = 10,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)? Вредност јачине гравитационог поља Земље заокружити на $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

- 16.** Два тела имају исте тежине. Колики је количник њихових густина, ако је запремина



првог тела 1,838 пута већа од запремине другог тела?

17. Израчунати масу воде истиснуту телом које је убачено у њу. Густина воде је $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Запремина воде пре убацивања тела у њу је била 300 cm^3 , а после убацивања тела 500 cm^3 .

Физичка појава: густина тела неправилног облика, маса

• **Поставка задатка:**

запремина воде пре убацивања тела $V_1 = 300 \text{ cm}^3$

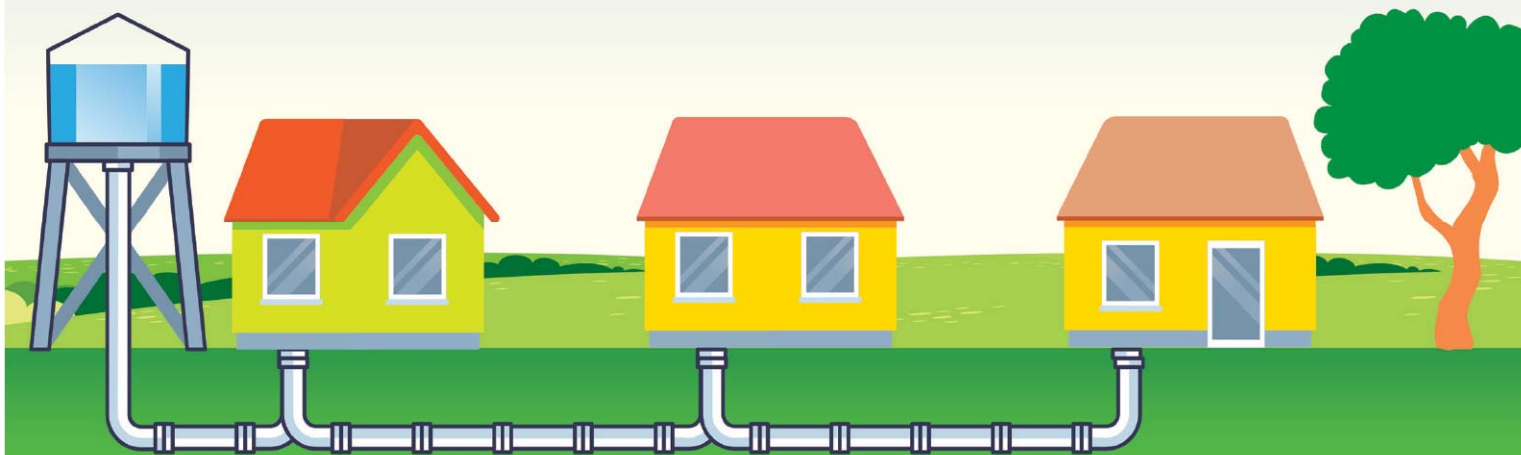
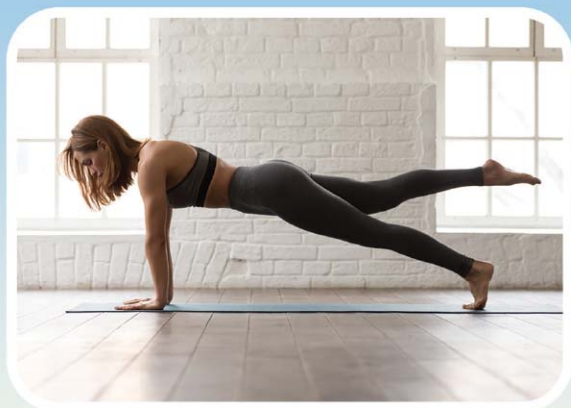
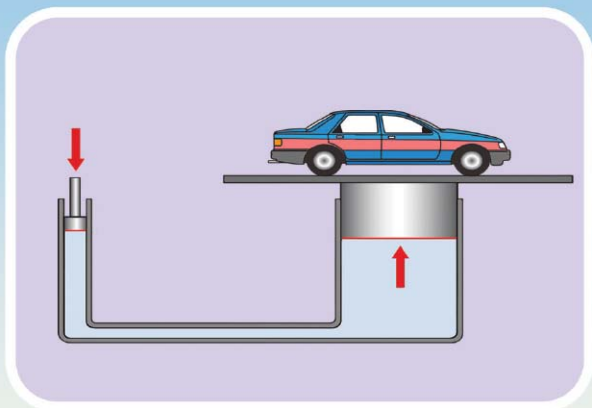
запремина воде после убацивања тела $V_2 = 500 \text{ cm}^3$

густина воде $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

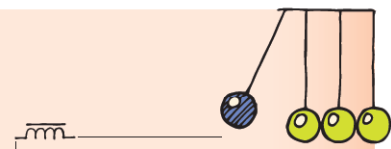
Тражи се: Маса истиснуте воде телом

6 ПРИТИСАК

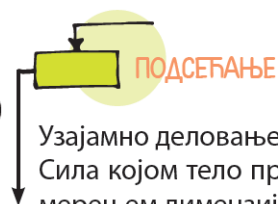
- ЗАШТО ДВА ЧОВЕКА РАЗЛИЧИТИХ ТЕЖИНА, А ИСТИХ ПОВРШИНА СТОПАЛА, ОСТАВЉАЈУ У СНЕГУ ТРАГОВЕ РАЗЛИЧИТИХ ДУБИНА?
- КАКО СЕ РАСПОРЕЂУЈЕ ПРИТИСАК КАДА ВЕЖБАМО?
- ШТА ЈЕ ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК?
- ОД ЧЕГА ЗАВИСИ ПРИТИСАК У МИРНОЈ ТЕЧНОСТИ?
- ДА ЛИ ВАЗДУХ КОЈИ НАС ОКРУЖУЈЕ ВРШИ ПРИТИСАК?
- КАКО СЕ ПРОСТИРЕ ПРИТИСАК КРОЗ ЧВРСТА ТЕЛА, А КАКО КРОЗ ТЕЧНОСТИ И ГАСОВЕ?
- НА КОМ ПРИНЦИПУ ФУНКЦИОНИШЕ ЛИФТ ЗА БИЦИКЛЕ НА БРАНКОВОМ МОСТУ?
- КАКО ДОБИЈАМО ВОДУ ИЗ СЛАВИНА?
- ОБЛАСТ 6 НАМ ДАЈЕ ОДГОВОРЕ НА СВА ПОСТАВЉЕНА ПИТАЊА



6.1 ПРИТИСАК ЧВРСТИХ ТЕЛА



- притисак,
- интензитет силе,
- величина површине,
- сила делује нормално на површину

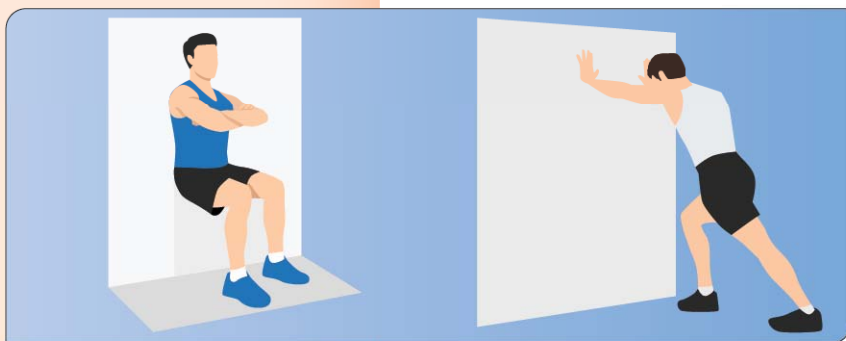
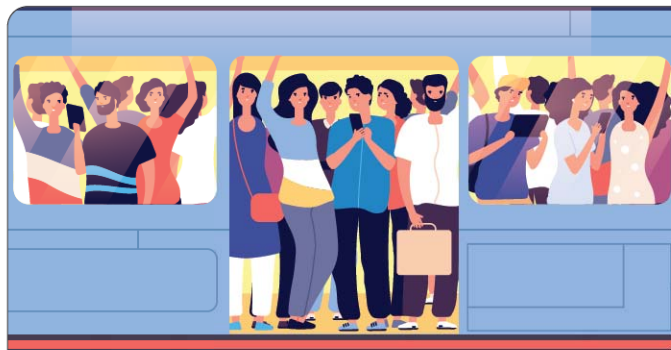


Узајамно деловање два тела меримо физичком величином – силом. Сила којом тело притиска подлогу је тежина. Површину рачунамо мерењем димензија тела.

ПРИТИСАК

Реч притисак често чујемо у различитим ситуацијама. Већ смо рекли да својом тежином тела притискају подлогу на којој стоје. Када је гужва у аутобусу, деси се да се неко наслони на нас, тј. да нас притиска. Када на тренингу радимо вежбе загревања, рукама или леђима притискамо зид, а ногама под. Када пре поласка у вожњу бициклом пумпамо гуме, треба да приметимо да на гуми постоји ознака за максимални притисак ваздуха у њој. Чули смо и за крвни притисак, очни притисак. У метеоролошким извештајима, сем податка о температури, чујемо и податке о ваздушном притиску.

Слика 6.1.1. Када је шпиц у саобраћају, људи често притискају једни друге.



Слика 6.1.2 Приликом вежбања, вршимо притисак на зид и под.



Слика 6.1.3 На бициклистичкој гуми је назначен максималан притисак до ког може да се пумпа ваздух у њу.

ПРИТИСАК ЧВРСТИХ ТЕЛА

У свим примерима видимо да је **притисак** повезан са **силом** и **површином**. Да бисмо ову нову физичку величину правилно дефинисали, посматрајмо следећа два примера:



Јован и Марко имају исту телесну масу, самим тим и исту тежину на Земљи док на њој стоје усправно. Јован носи број ципела 42, а Марко 40. Када Јован и Марко ходају усправно по снегу, при сваком кораку, ослањајући се на подлогу, остављају трагове у снегу. Јован оставља плићи траг у снегу од Марка. Закључак: исте тежине делују на подлогу (снег). Мањи притисак на површину (плићи траг) врши већа површина ципеле (Јованова ципела).



Слика 6.1.4. Већа ципела оставља плићи траг у снегу ако су тежине дечака исте.

Јован и Лазар носе исти број ципела, 42. Међутим, Лазар има већу телесну масу од Јована. Самим тим, његова тежина на Земљи је већа од Јованове. Када Јован и Лазар ходају по снегу, Јован оставља плићи траг у снегу од Лазара. Закључак: два тела делују на исту површину подлоге (исти број ципела). Већи притисак на површину (дубљи траг) врши тело веће тежине (Лазарева ципела).



Слика 6.1.5. Дубљи траг у снегу оставља дечак веће тежине, при истој додирној површини.

Што је тежина дечака (сила која делује нормално на површину) већа, већи је и притисак на ту површину. Што је површина на коју се делује већа, мањи је притисак на њу.

Притисак којим неко тело делује на подлогу дефинишемо као **количник интезитета** силе којом тело делује нормално на **подлогу и величине** површине на коју делује сила.

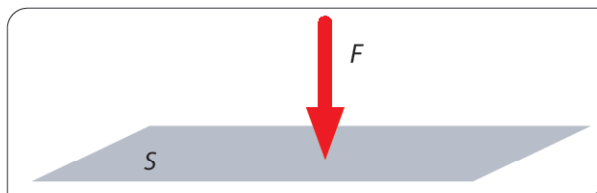
Формула за притисак је:

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

У примерима које смо навели сила која делује нормално на површину је тежина дечака. Величина површине на коју сила делује је величина стопала дечака. Можемо да напишемо да је:

$$p = \frac{Q}{S}$$

Наглашава се да формула за притисак важи када **сила делује нормално на површину**.



Слика 6.1.6 У дефиницији притиска битно је узети у обзир да сила делује под правим углом на површину.

Ознака за притисак је p . Мерна јединица је паскал – Па:

$$\text{Па} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Често користимо веће јединице од паскала, као што су килопаскал $1 \text{ kPa} = 1000 \text{ Pa}$ или мегапаскал $1 \text{ MPa} = 1000000 \text{ Pa}$.

Иако нису јединице SI система, притисак се често изражава и у „барима“ – bar, као и у „милиметрима живиног стуба“ – mm Hg: $1 \text{ Pa} = 0,00001 \text{ bar}$, $1 \text{ Pa} = 0,00750062 \text{ mm Hg}$.

Вратимо се на слику 6.1.3. На бициклистичкој гуми пише: максимално надувавање до 500 kPa . Сада разумемо да то значи да је маскимални дозвољен притисак ваздуха у гуми $500 \text{ kPa} = 500000 \text{ Pa}$.



ОГЛЕД

Зависност притиска тела на подлогу од масе и додирне површине

Напунити кутију песком. Узети дрвени квадар, или дрвену домину, или слично, и убацити је у кутију прво њеном највећом страницом, потом оном средње величине и на крају најмањом. Забележити дубине трагова које квадар оставља у песку и упоредити их.

Сада узети два квадрата истих димензија а различитих маса и убацити их у посуду са песком њиховом највећом страницом. Забележити дубине трагова које квадрати остављају у песку и упоредити их. **Напомена:** да би се видео траг у песку, узети квадар (домину) што веће масе.



ЗАДАТАК

6.1.1. Израчунати тежину дечака који стоји на подлози и притиска је обема ногама притиском од 100 kPa . Површина једне ципеле дечака је 30 cm^2 .

Физичка појава: притисак тела на површину

Поставка задатка:

- притисак дечака на подлогу $p = 100 \text{ kPa}$
- површина једне ципеле дечака којом додирује подлогу $S_1 = 30 \text{ cm}^2$

Тражи се: Тежина дечака

Решење:

Пошавши од формуле за притисак $p = \frac{Q}{S}$, добијамо да је: $Q = p \cdot S$.

Укупна површина којом дечак делује на подлогу једнака је збиру површина његова оба стопала

$$S = 2 \cdot S_1 = 2 \cdot 30 \text{ cm}^2 = 60 \text{ cm}^2 = \frac{60}{10000} \text{ m}^2 = 0,006 \text{ m}^2$$

$$p = 100 \text{ kPa} = 100000 \text{ Pa}$$

$$Q = p \cdot S$$

$$Q = 100000 \text{ Pa} \cdot 0,006 \text{ m}^2$$

$$Q = 600 \text{ N}$$



- Од чега зависи притисак тела на подлогу?
- Ако два човека имају исту тежину, ко ће пропадати дубље у блату, онај са већим или онај са мањим стопалом?
- Ако два човека имају исту величину стопала, ко ће пропадати дубље у блату, онај са већом или онај са мањом тежином?
- Притисак човека на зид је 50 kPa . Изразити ову вредност притиска у Pa и MPa.
- Да ли би исти човек вршио исти притисак на подлогу када би стајао на Земљи и на Марсу? Објаснити.



6.2 ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК

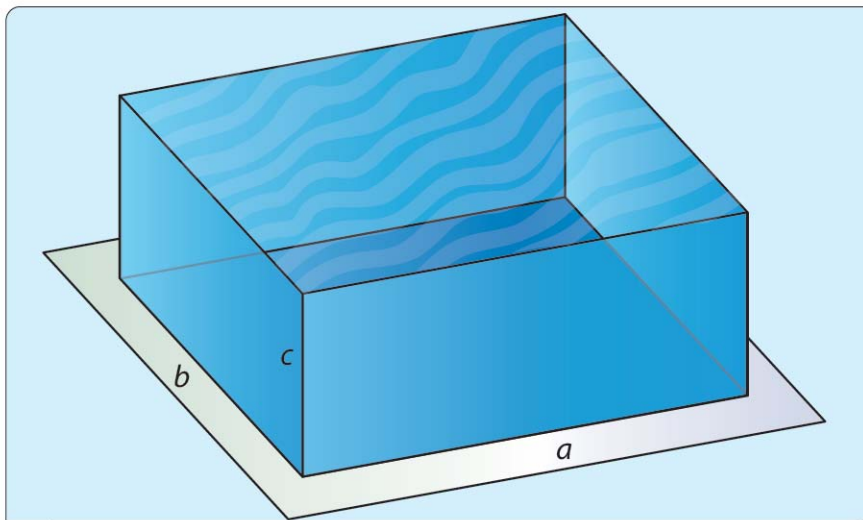


Притисак којим неко тело делује на подлогу дефинишемо као количник интензитета силе којом тело делује нормално на подлогу и површине на коју делује сила: $p = \frac{F}{S}$

ПРИТИСАК У МИРНОЈ ТЕЧНОСТИ

У претходној лекцији смо научили да када човек мирно стоји на чврстој подлози, притисак који он врши на подлогу једнак је количнику његове тежине и површине на коју делује:

$$p = \frac{Q}{S} \text{ Посматрајмо сада воду која мирује у посуди.}$$



Слика 6.2.1 Вода мирује у посуди и врши притисак на дно суда.

И вода има своју тежину, па ћемо притисак воде на дно суда представити истом формулом као код притиска тела на чврсту подлогу:

$$p = \frac{Q}{S}$$

ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК

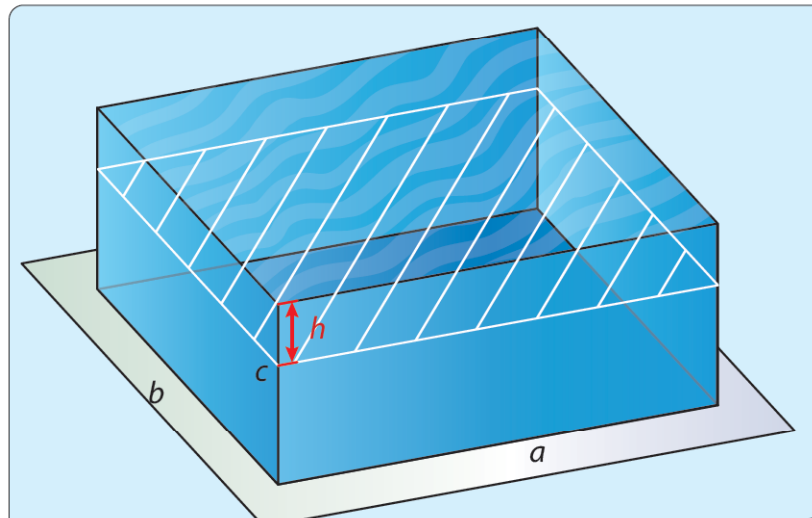
Из претходних лекција знамо да тежину можемо да напишемо као: $Q = m \cdot G$, а $m = \rho \cdot V$. Запремина воде у базену је $V = a \cdot b \cdot c$. Сређивањем добијамо $m = \rho \cdot a \cdot b \cdot c$ и

$$Q = \rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot G.$$



Површину дна суда базена рачунамо по формули $S = a \cdot b$.

Враћањем изведене формуле за Q и S у формулу за притисак, добијамо: $p = \frac{\rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot G}{a \cdot b}$, тј. притисак мирне воде на дно суда висине c је: $p = \rho \cdot c \cdot G$.



Слика 6.2.2 Вода која мирује у посуди врши притисак на било коју површину унутар посуде.

Посматрајмо сада произвољну површину унутар базена која се налази на дубини h мерено од врха базена. Исто као и кад смо рачунали притисак воде на дно базена имамо да је:

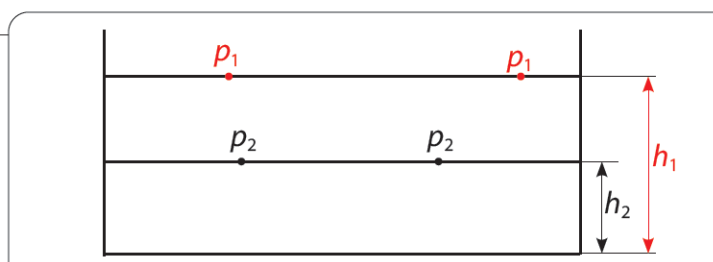
$$p = \frac{Q}{S}, Q = m \cdot G, m = \rho \cdot V, S = a \cdot b.$$

Запремина воде изнад произвољне површи је сада $V = a \cdot b \cdot h$, па је $m = \rho \cdot a \cdot b \cdot h$ и $Q = \rho \cdot a \cdot b \cdot h \cdot G$. Враћањем изведене формуле за Q и S у формулу за притисак, добијамо $p = \frac{\rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot G}{a \cdot b}$, тј. притисак мирне воде на површ унутар посуде која се налази на дубини h мерено од врха суда је:

$$p = \rho \cdot h \cdot G.$$

Притисак мирне течности на неку површ се назива **хидростатички притисак**. Хидростатички притисак на дубини h , мерено од површи течности, зависи од густине течности, дубине h и јачине гравитационог поља. Што је дубина течности већа, већи је и хидростатички притисак течности. Што је густина течности већа, већи је притисак течности. Притисак у мирној течности делује у свим правцима, па и на зидове суда. Из формуле за хидростатички притисак видимо да је на истој дубини притисак течности исти у свим тачкама.

Слика 6.2.3 Хидростатички притисак је исти у свим тачкама на истој дубини. Што је дубина већа, већи је притисак у мирној течности.

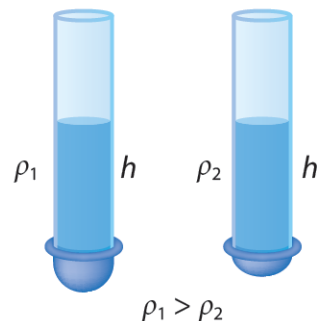




ОГЛЕД

Упоређивање притисака различитих течности на истим дубинама

Узети две епрувете на чије крајеве је закачена гумена опна. У једну сипати воду до извесне висине, а у другу алкохол до исте висине. Густина алкохола је $790 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, а густина воде $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Која опна се више деформисала? Објаснити зашто. Опна се више деформише ако на њу делује већи притисак.



Слика 6.2.4 Више се деформише опна у којој је течност веће густине.



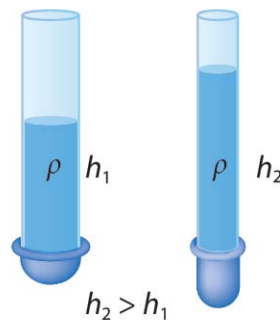
ОГЛЕД

Упоређивање притисака исте течности на различитим дубинама

Узети две епрувете различитих ширина, на чије крајеве је закачена гумена опна. У обе сипати воду, али до различитих висина. Опна се више деформише ако на њу делује већи притисак.

А) Која опна се више деформисала? Објаснити зашто.

Б) Да ли ширина епрувете утиче на интензитет притиска на гумену опну?

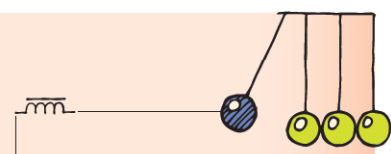


Слика 6.2.5 Више се деформише опна у којој је течност веће дубине, мерено од висине епрувете.

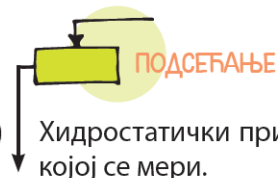


- Од чега зависи хидростатички притисак?
- Како хидростатички притисак зависи од ширине посуде у којој се течност налази?
- Да ли ће се опна више деформисати када сипамо алкохол или воду у огледу **Упоређивање притисака различитих течности на истим дубинама** (закључити без извођења огледа)?
- Да ли ће се опна више деформисати када сипамо воду у ширу епрувету до висине h_1 или у ужу до висине h_2 у огледу **Упоређивање притисака исте течности на различитим дубинама** (закључити без извођења огледа)?
- Колика је разлика притисака на висини h_2 и h_1 на слици 6.2.5?

6.3. ПРИНЦИП СПОЈЕНИХ СУДОВА



- хидростатички парадокс,
- систем спојених судова,
- закон спојених судова

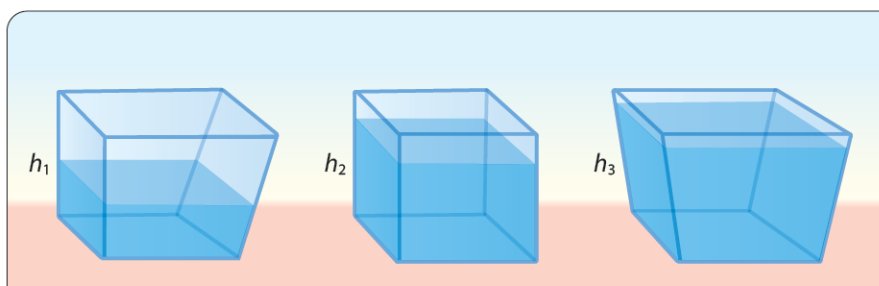


Хидростатички притисак зависи од густине и дубине течности на којој се мери.

ХИДРОСТАТИЧКИ ПАРАДОКС

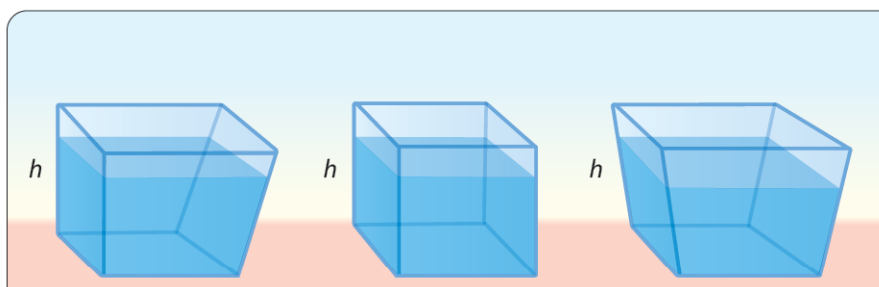
Сипајмо једну исту течност у три различита суда. Маса течности у сва три суда су различите јер су запремине судова различите: $m_1 = \rho \cdot V_1$, $m_2 = \rho \cdot V_2$, $m_3 = \rho \cdot V_3$. У претходној лекцији смо извели формулу за хидростатички притисак, на основу које знамо да су притисци на дна судова $p_1 = \rho \cdot g \cdot h_1$, $p_2 = \rho \cdot g \cdot h_2$, $p_3 = \rho \cdot g \cdot h_3$.

Хидростатички притисак једне исте течности под дејством исте јачине гравитационог поља зависи само од дубине течности на којој меримо притисак, а не зависи од облика суда ни од масе течности која је у суду.

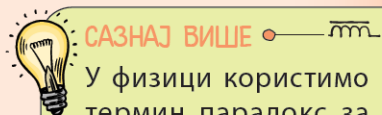


Слика 6.3.1 Хидростатички притисак исте течности у судовима различитих облика зависи само од дубине течности.

Различите масе течности у судовима различитих облика, сипане до исте висине, врше исти притисак на дна судова. Ова појава се назива **хидростатички парадокс**.



Слика 6.3.2 Притисак течности је исти у сва три суда.



САЗНАЈ ВИШЕ

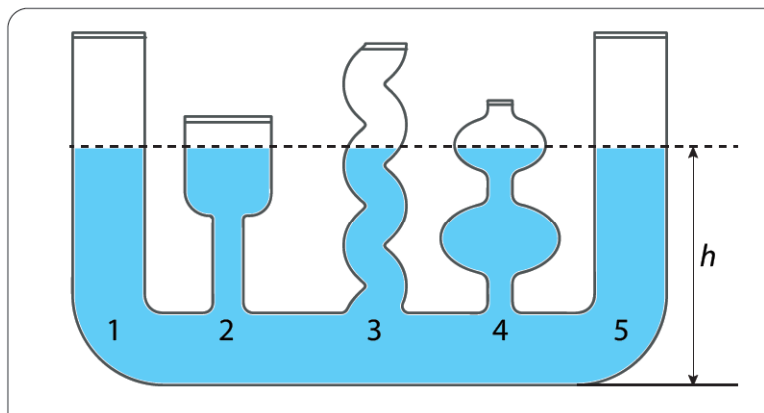
У физици користимо термин парадокс за физичку појаву која нам на први поглед делује немогућа, али је коришћењем физичких закона доказано могућа.

У случају хидростатичког парадокса, делује нам немогуће да течности различитих маса врше исти притисак на дна судова. Показује се да је то заиста тако.

СПОЈЕНИ СУДОВИ

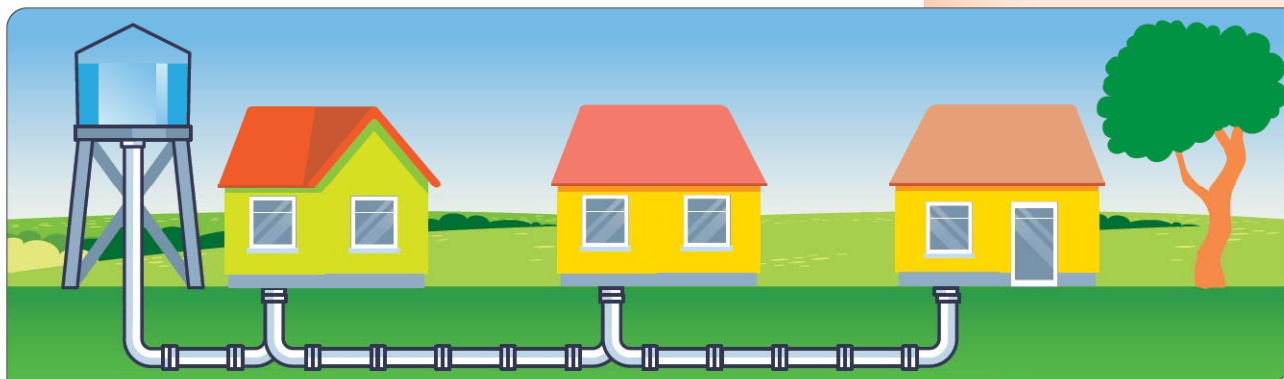
Систем спојених судова представља спојене отворене судове различитог облика. Течност сипана у било који од судова прелази у све преостале судове док се висине у свим судовима не изједначе. Ову појаву објашњава закон спојених судова.

На Слици 6.3.3 је дат систем спојених судова. Претходно смо научили да су хидростатички притисци на дно сваког суда (тачке 1, 2, 3, 4, 5) једнаки, $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = p_5$. На основу формуле за хидростатички притисак, имамо: $\rho \cdot G \cdot h_1 = \rho \cdot G \cdot h_2 = \rho \cdot G \cdot h_3 = \rho \cdot G \cdot h_4 = \rho \cdot G \cdot h_5$, из чега добијамо да је: $h_1 = h_2 = h_3 = h_4 = h_5$.



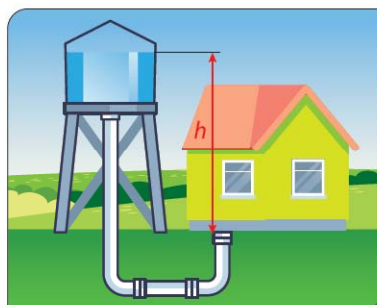
Слика 6.3.3 Систем спојених судова

Примену закона спојених судова можемо да објаснимо на примеру водовода, слика 6.3.4. Вода долази до кућа из резервоара који се налази на узвишици. Због закона спојених судова вода из резервоара долази до сваке куће – из хоризонталног дела вода се пење до истих нивоа у вертикалним деловима који воде до кућа.



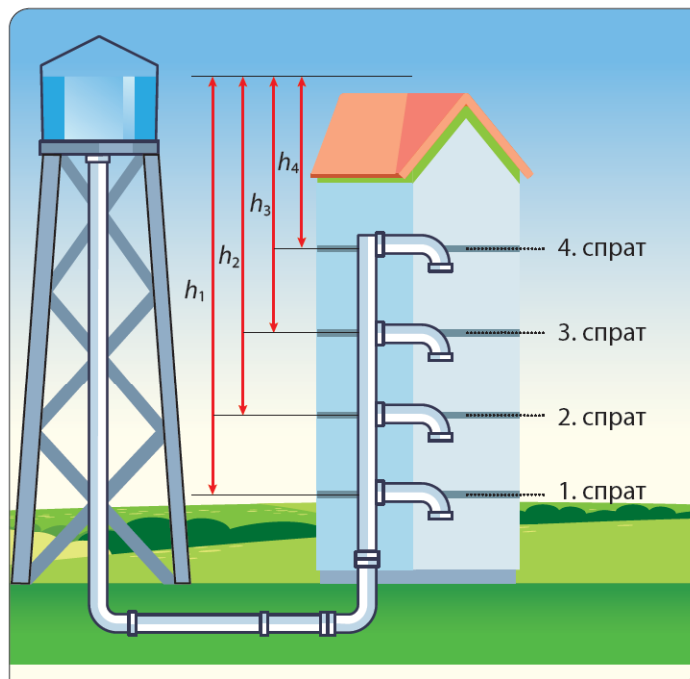
Слика 6.3.4 Резервоар снабдева сваку кућу водом због закона спојених судова.

Ниво воде у резервоару мора да буде изнад висине водоводних инсталација у кућама да би постојао хидростатички притисак $\rho \cdot G \cdot h$.



Слика 6.3.5 Ниво воде у водоводним инсталацијама је испод оног у резервоару.

У зградама са више спратова највећи притисак воде је у приземљу, а најмањи на последњем спрату. Ако притисак воде ослаби, може да се деси да станари у приземљу још увек могу да користе воду из славина, док они који живе на последњем спрату не могу. У солитерима је понекад потребно да се вода спроведе до великог резервоара на крову.



Слика 6.3.6 Хидростатички притисак воде је већи на нижим спратовима.



- У ком суду на слици 6.3.1 је притисак течности на дно највећи? Објаснити.
- Због чега се вода пење до истих висина у судовима који су спојени?
- Како објашњавамо то што вода долази до сваке куће из резервоара?
- Због чега у неким високим зградама постоји потреба за додатним резервоаром на крову?
- Да ли бисмо могли да користимо воду из славине која се налази на нивоу резервоара који снабдева кућу водом? (Питање за размишљање и дискусију)

6.4 АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК



Притисак којим чврсто тело делује на подлогу једнак је количнику његове тежине и површине подлоге на коју делује. Хидростатички притисак је притисак који тежина течности врши на неку површину.

АТМОСФЕРА

Реч атмосфера потиче од грчких речи *atmos* – ваздух и *sphera* – лопта. Атмосфера обавија планету Земљу и представља невидљиву љуску састављену од гасова. Она ротира заједно са Земљом јер на њу делује гравитациона сила.

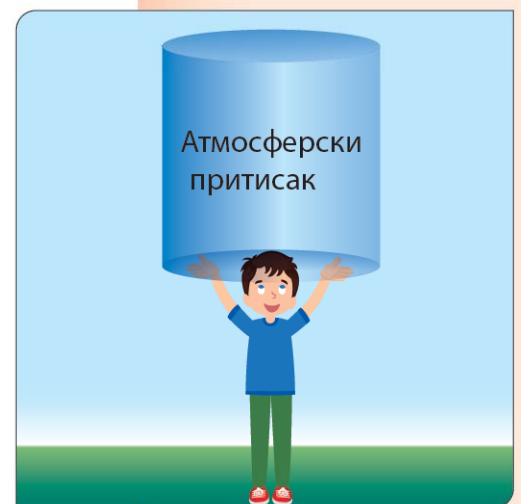
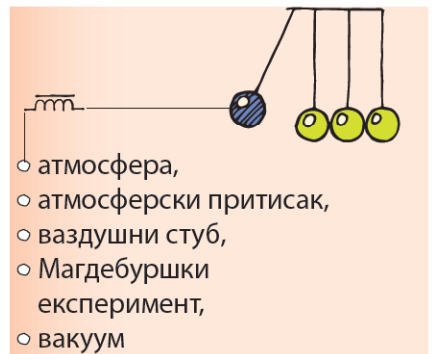


Слика 6.4.1 Атмосфера обавија Земљу.

Атмосферски омотач, тј. ваздушни омотач, састоји се од смеше гасова која у себи садржи честице одређене масе.

АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК

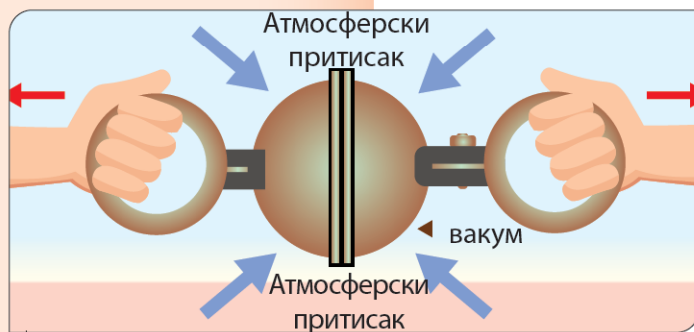
Будући да честице од којих се састоји атмосфера имају масу и на њих делује гравитациона сила, оне имају и тежину. Као што чврста тела и течности својом тежином врше притисак на Земљину површ, тако и атмосфера врши притисак на Земљину површину и на сва тела која се на њој налазе. Атмосферски (ваздушни) притисак је притисак који атмосфера (ваздух) својом тежином врши на Земљину површину и сва тела која се на њој налазе. Ваздух не можемо да видимо, али можемо да замислимо да је ваздух чија тежина врши притисак на неку површину облика ваљка. Површина таквог ваљка је једнака површини на коју ваздух врши притисак, а висина је једнака висини свег ваздуха који се налази изнад те површине. За овако замишљен ваљак користимо и израз ваздушни стуб.



Слика 6.4.2 Ваздух (ваздушни стуб) притиска дечака који се налази на Земљи.

Вредност атмосферског притиска није константна. Зависи од надморске висине, састава и влажности ваздуха, температуре. У сваком случају, вредност атмосферског притиска је прилично висока, износи око 100 kPa. Полазећи од формуле за притисак $p = \frac{Q}{S}$, добијамо да ова вредност притиска која би деловала на површину од 1 m^2 износи $Q = 100\text{ kN} = 100000\text{ N}$. Из формуле за тежину тела $Q = m \cdot G$, узимајући приближну вредности $G = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, добијамо да би тежина од 100000 N одговарала маси од 10000 kg. Замислите камион масе 10000 kg који притиска површину од 1 m^2 ! То би био заиста велики притисак. Притисак ваздуха на Земљу и тела која се налазе на Земљи је велики. Ми тај притисак не примећујемо зато што смо навикнути на њега.

Међутим, разни експерименти показују колико је вредност атмосферског притиска висока.



Слика 6.4.3 Магдебуршке полусфере

Први експеримент који је то показао јесте тзв. **Магдебуршки експеримент**. Две једнаке полусфере од бакра су састављене, из њих је извучен ваздух. То значи да у спојеним полусферама нису остале честице које би својом тежином вршиле притисак на зидове суда. Простор у коме нема честица се назива вакуум. Реч потиче од латинског придева *vacuus* – празан.

Споља, на полусфере делује атмосферски притисак (слика 6.4.3). Ма колико покушавали, не можемо да раздвојимо две полусфере. Да бисмо их раздвојили, било би потребно деловати силом врло великог интензитета $\approx 100000\text{ N}$.



ОГЛЕД

Балон у боци

Ученик навуче празан балон преко отвора празне пластичне флаше за воду од 1,5 l, као на слици, и покуша да надува балон. Примећујемо да ученик не успева да надува балон. У флаши се налази ваздух који својим притиском делује на балон и спречава његово надување.

Ако направимо рупу на флаши, балон ће се надувати и испунити простор боце.

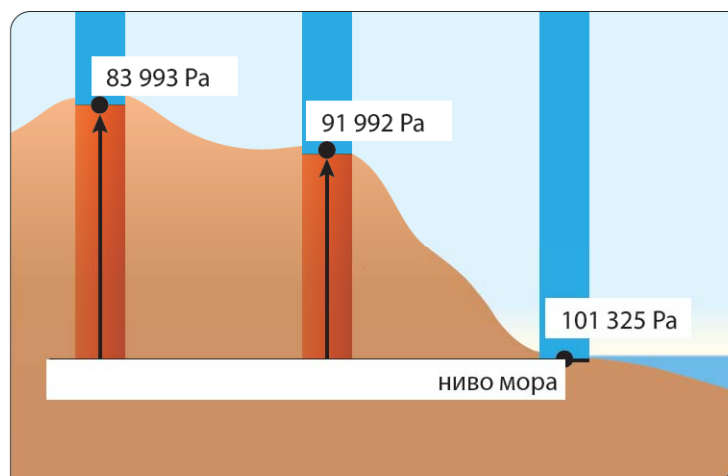
Дискутовати резултате.

Објашњење: Ако балон надувамо ван флаше, на отвореном простору, то ћемо сигурно успети. Када се балон налази у флаши, ваздух се налази у затвореном простору, нема где да оде, и својим притиском на балон не дозвољава његово надување. Када направимо рупу на флаши, ваздух излази кроз њу и зато се балон надувава.



ЗАВИСНОСТ АТМОСФЕРСКОГ ПРИТИСКА ОД НАДМОРСКЕ ВИСИНЕ

У овој лекцији смо дали оквирну вредност атмосферског притиска да бисмо показали колико је та вредност висока, а у следећој лекцији ћемо видети како је заиста измерен атмосферски притисак и колико он тачно износи на нивоу мора. С порастом надморске висине, атмосферски притисак опада. То се дешава јер је висина ваздушног стуба који притиска површину мања на већим надморским висинама.



Слика 6.4.4 Атмосферски притисак опада са порастом надморске висине.

Атмосферски притисак зависи и од влажности ваздуха, његовог састава, а мења се и са променом температуре. Када се температура гаса повећава, атмосферски притисак опада. Загревањем гаса повећава се његова запремина, самим тим се смањује његова густина, па и притисак гаса.

Највиши притисак у просеку током године је зими, а најнижи лети.

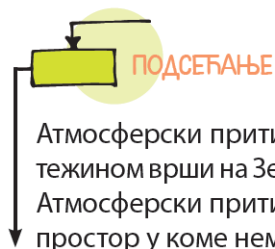


- Шта представља атмосферски притисак?
- Због чега је тешко раздвојити Магдебуршке полусфере?
- Како се назива простор у коме нема честица?
- Колики је притисак у простору у коме нема честица?
- Да ли је већи притисак ваздуха на Великом Рудоку (највиши врх на Шар-планини) или у Београду?

6.5 ТОРИЧЕЛИЈЕВ ОГЛЕД

БАРОМЕТРИ

- Торичелијев оглед,
- нормални атмосферски притисак,
- живин барометар,
- анероид

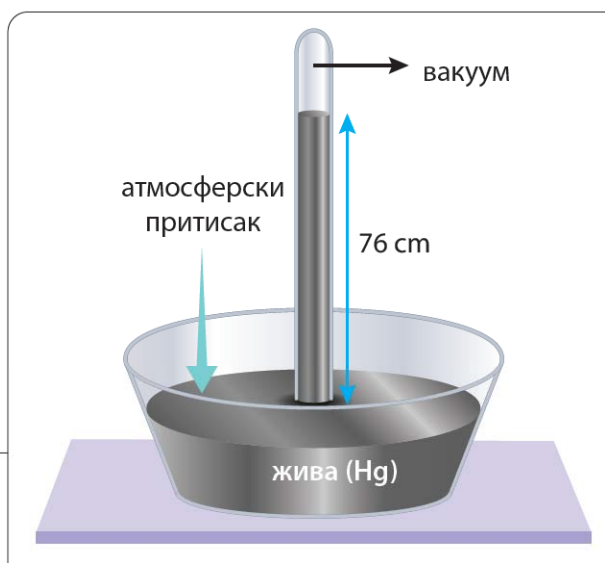


Атмосферски притисак је притисак који атмосфера (ваздух) својом тежином врши на Земљину површину и сва тела која се на њој налазе. Атмосферски притисак се мења са надморском висином. Вакуум је простор у коме нема честица, тј. простор без ваздуха.

ТОРИЧЕЛИЈЕВ ОГЛЕД

Вредност атмосферског притиска на нивоу мора је измерио италијански научник Торичели помоћу следећег експеримента. Епрувету дугачку 1 m је напунио живом до врха, тако да у њој није било ваздуха, затворио је и заронио у отворену посуду у којој се такође налазила жива. Пошто је посуда отворена, на површину живе у посуди делује атмосферски притисак. Када је отворио епрувету, жива је из ње почела да истиче у посуду све док је притисак живе у епрувети био већи од атмосферског притиска који је ваздух вршио на површину живе у отвореној посуди.

Израчунајмо почетни притисак живе у цеви: $p = \rho \cdot G \cdot h$. Густина живе је $\rho = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, јачина гравитационог поља је $G = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, а почетна висина у цеви је $h = 1 \text{ m}$. Убацавањем бројних вредности у формулу добијамо: $p = 133416 \text{ Pa}$. Закључујемо да је вредност атмосферског притиска мања од 133416 Pa . Жива је престала да истиче из епрувете када се притисак ваздуха на површину живе у отвореној посуди изједначио са хидростатичким притиском живе. Торичели је измерио да је висина живиног стуба у епрувети тада износила $760 \text{ mm} = 76 \text{ cm}$. Пошто је епрувета на почетку била напуњена до врха, у простору изнад живе током њеног истицања није остајао ваздух, тј. остао је вакуум који не врши притисак јер у њему нема честица.



Слика 6.5.1
Торичелијев оглед

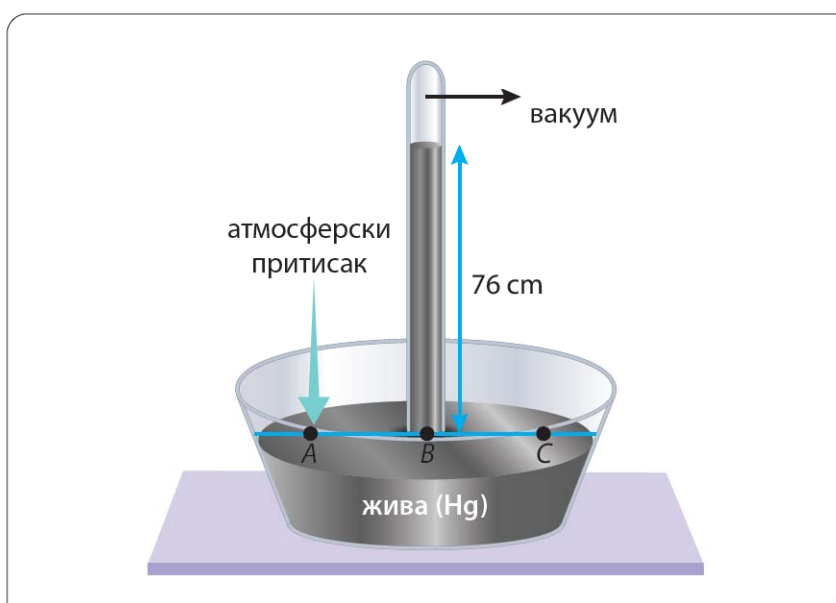
Као што смо рекли у лекцији о хидростатичком притиску, хидростатички притисак је за једну исту течност једнак на истој дубини, па је $p_A = p_B = p_C$. (слика 6.5.2)

Притисак у тачки B рачунамо преко формуле: $p_B = \rho \cdot g \cdot h$

$$\rho = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, \text{ а сада је } h = 76 \text{ cm} = 0,76 \text{ m}$$

Као што је већ речено, ниво живе у епрувети се усталио када су се атмосферски и хидростатички притисци на површини живе у посуди изједначили, дакле $p = p_A = p_C = p_B$, односно $p = p_B$

Заменом бројних вредности у формули за p_B добијамо $p_B = 101396,16 \text{ Pa}$, па и атмосферски притисак p има исту вредност. Пошто је вредност притиска велика, написаћемо га у килопаскалима $101,39616 \text{ Pa} \approx 101,4 \text{ kPa}$.



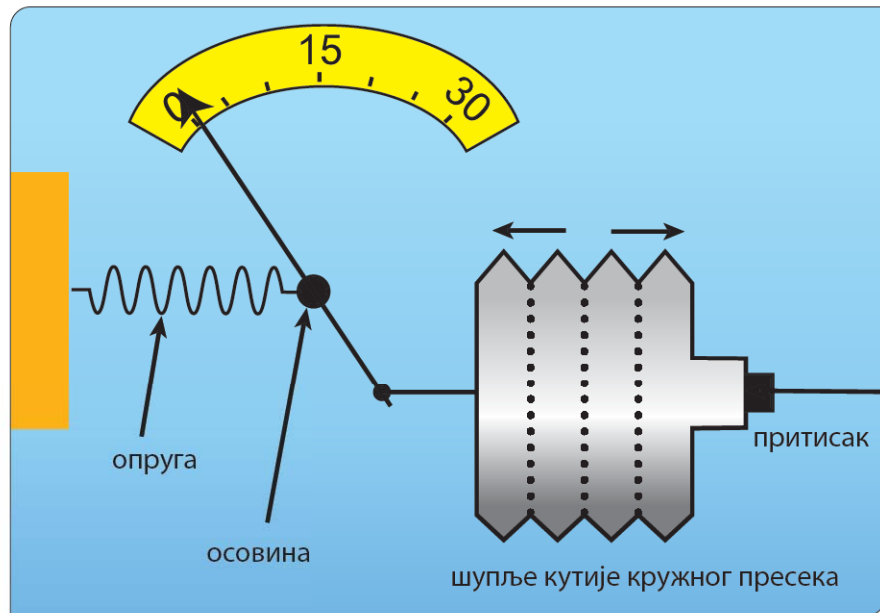
Слика 6.5.2 Атмосферски и хидростатички притисак на површини живе која се налази у отвореној посуди.

Средња вредност атмосферског притиска мереног на нивоу мора, на различитим географским ширинама где се вредности јачине гравитационог поља разликују, износи $101,3 \text{ kPa}$. Ова вредност атмосферског притиска се узима за **нормалан атмосферски притисак** и надаље ћемо га обележавати са p_a .

БАРОМЕТАР

Живин барометар, инструмент за мерење атмосферског притиска, ради по принципу описаног Торичелијевог експеримента. Пошто је жива сама по себи токсична и може да буде опасна по здравље, у последње време се сви инструменти који је користе (као и термометри) избегавају.

Постоје и метални барометри, анероиди. Састоје се од шупљих кутија (једне или више) у којима је вакуум, направљених од танког материјала који може да се лако деформише, еластичне опруге, казаљке и мерне скале. Када се атмосферски притисак промени, кутије и еластична опруга се деформишу. Ове деформације поме-рају казаљку која показује вредност притиска на скали.



Слика 6.5.3 Анероид, метални барометар

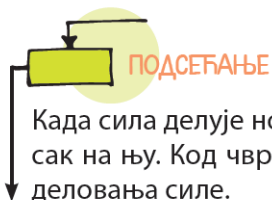
Барометри се користе и за мерење атмосферског притиска у метеоролошким станицама.



- Зашто у Торичелијевом огледу, на почетку жива из епрувете истиче?
- Зашто је у Торичелијевом огледу, вредност атмосферског притиска на површину живе у отвореном делу суда једнака вредности хидростатичког притиска на дну епрувете?
- Зашто је вредност нормалног атмосферског притиска мања од оног измереног на нивоу мора са јачином гравитационог поља $9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$?
- Шта све утиче на то да су атмосферски притисци на Земљи и Венери различити? (питање за дискусију и размишљање)
- Колику минималну дужину цеви би морао да користи Торичели да је уместо живе користио воду (густина воде је $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)?

6.6 ПАСКАЛОВ ЗАКОН

ХИДРАУЛИЧНА ПРЕСА



ПАСКАЛОВ ЗАКОН

Преношење притиска у течностима и гасовима је другачије од оног у чврстим телима. Када дечак прави балон од жвакаће гуме, балон се подједнако шири у свим правцима. Када пунимо кесу водом, примећујемо да се и она шири у свим правцима. Ако направимо рупе на њој, приметићемо да вода истиче у свим правцима. Када мајстор бушилицом убацује шраф у ормар, он врши притисак само дуж правца шрафа.

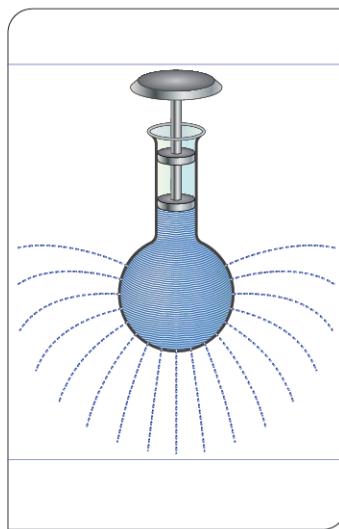


Слика 6.6.1 Преношење притиска у гасовима, течностима и чврстим телима

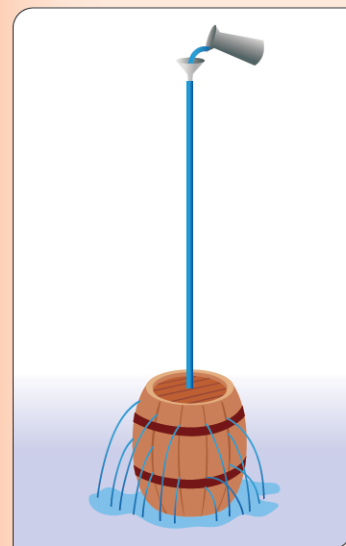
Спољашњи притисак који делује на течности и гасове у стању мировања, преноси се подједнако у свим правцима.

Француски научник Блез Паскал је експериментално показао ову појаву. Давне 1646. Паскал је (претпоставља се) у затворено буре пуно воде ставио 10 m дугачку цев у коју је сипао воду. Пошто се хидростатички притисак у бурету повећавао, буре је пуцало и вода је цурила из пукотина у свим правцима.

Паскалов експеримент може да се изведе са стакленим судом облика лопте који има сужење при врху. На делу суда облика лопте се налазе отвори, равномерно распоређени. Цео суд је напуњен водом. У сужење се стави цев са клипом који може да се покреће (слика 6.6.3). Ако не притискамо клип, вода не излази кроз отворе јер су хидростатички притисак у суду и атмосферски притисак изједначени. Када гурамо клип, он потискује воду у сужењу суда, хидростатички притисак се повећава и вода равномерно истиче кроз отворе на суду.



- преношење притиска у течностима и гасовима,
- Паскалов закон,
- хидраулична преса



Слика 6.6.2 Паскалов оглед са буретом

Слика 6.6.3 Паскалов закон



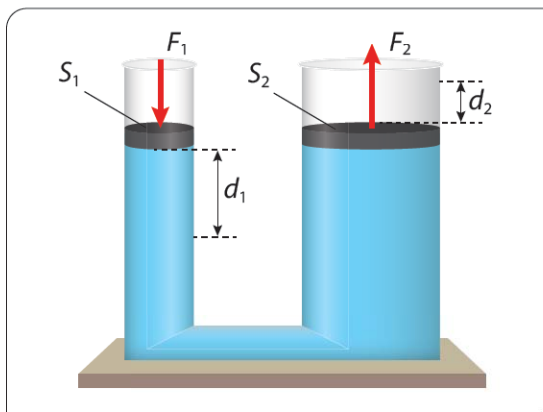
ОГЛЕД

Провера Паскаловог закона

1. Напуните кесу водом и потом нека неколико ученика буше иглама кесу на неколико различитих места. Шта примећујемо?
2. Поновити исти поступак тако што се кеса надувава ваздухом. Остали ученици стоје око кесе и рукама осећају да ваздух излази на све стране.

ХИДРАУЛИЧНА ПРЕСА

Паскалов закон има велики значај и примену. Хидраулична преса ради по принципу Паскаловог закона. Састоји се од два спојена цилиндрична суда различитих површина база. Оба цилиндра су затворена клиповима који могу да се покрећу (слика 6.6.4).



Слика 6.6.4 Хидраулична преса

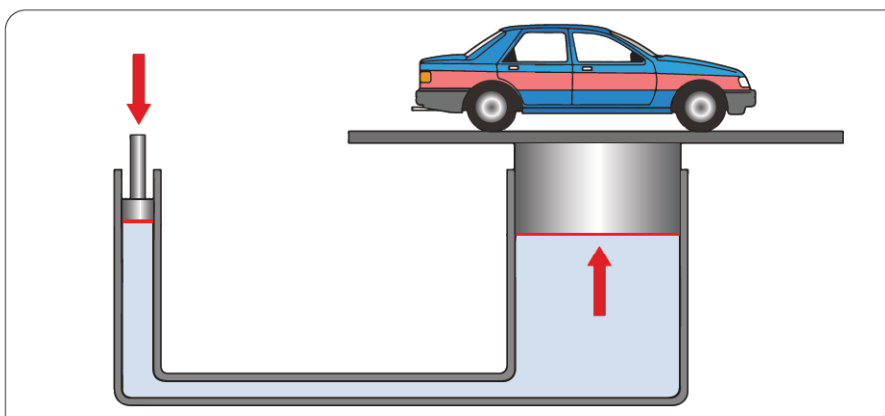
Ако на клип мање површине S_1 делујемо силом F_1 , на клип ће деловати притисак $p = \frac{F_1}{S_1}$ и он ће се померити на доле за растојање d_1 . Према Паскаловом закону овај притисак се преноси кроз течност у свим правцима, па ће доћи и до другог клипа веће површине S_2 . Пошто $p = \frac{F_2}{S_2}$ притисак на клип површине S_2 узрокује појаву силе F_2 која делује у супротном смеру од силе F_1 и померање клипа на горе за d_2 , следи да је:

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

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

Сила која делује на први клип биће онолико пута већа од силе која делује на други колико пута је површина другог клипа већа од површине првог клипа.

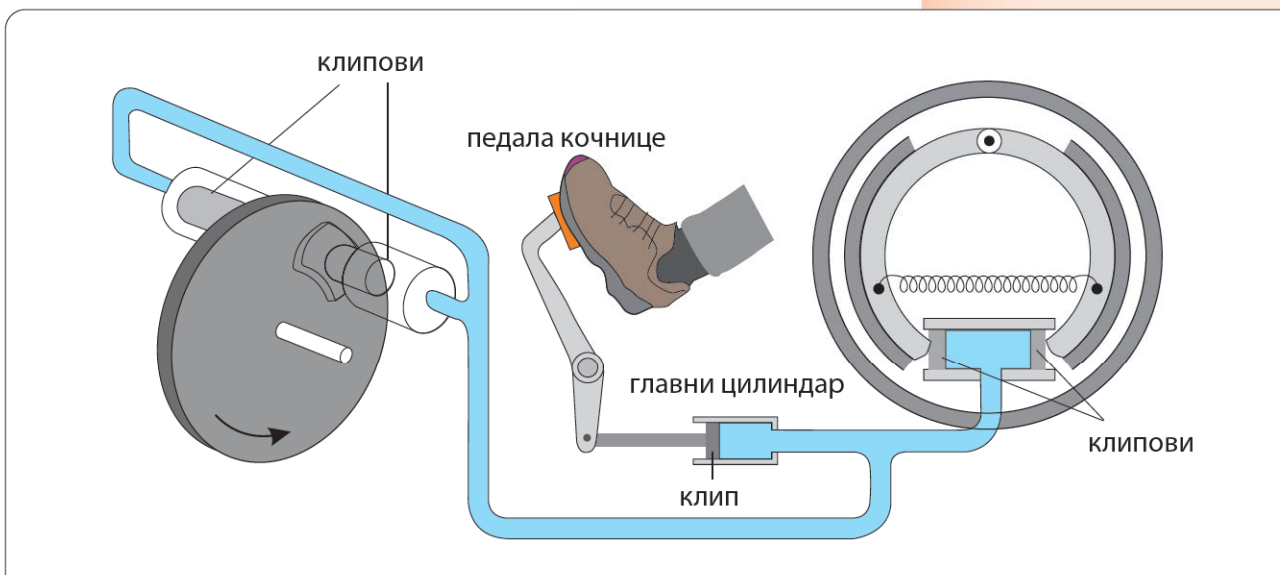
Хидрауличне пресе имају широку примену. Користе се за обликовање материјала, у производњи новца, при цеђењу уља из биљака. На принципу хидрауличне пресе раде и хидрауличне дизалице и кочнице аутомобила.



Слика 6.6.5 Хидраулична дизалица

Принцип рада хидрауличне дизалице:

Из $F_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1}$ видимо да је могуће подићи аутомобил масе 1 t делујући на мањи клип силом од нпр. 500 N. Тежина аутомобила је $Q_2 = m \cdot G = 1000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 10000 \text{ N}$. Толика сила је потребна да га подигне $F_2 = Q_2$. Стављајући вредности у формулу видимо да однос површина клипова $\frac{S_2}{S_1}$ треба да износи $\frac{S_2}{S_1} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{10000 \text{ N}}{500 \text{ N}} = 20$. Уколико је $S_2 = 20 \cdot S_1$, сила од 500 N (која одговара маси од 50 kg) може да подигне аутомобил.



Слика 6.6.6 Хидраулична кочница

Принцип рада кочнице аутомобила:

Када се изврши притисак на педалу кочнице (слика 6.6.6), јавља се сила која делује на клип главног цилиндра, па се притисак преноси кроз течност равномерно до осталих цилиндара (на слици их је дато четири). Силе које при томе делују на остале клипове заустављају точкове.

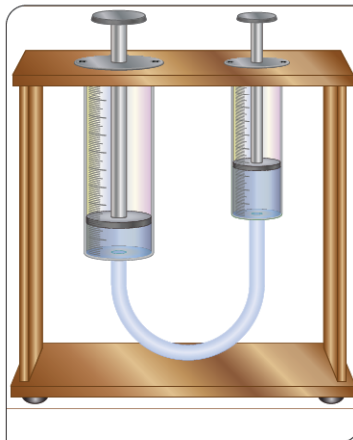


ОГЛЕД

Демонстрација рада хидрауличне пресе

1. За врхове два шприца различитих попречних пресека залепимо лепком црево. Клипове извучемо, у шири шприц сипамо воду до неког нивоа, тако да преко црева пређе и у мањи шприц. Вратимо клипове полако пазећи да у шприцеве уђе што мање ваздуха. Померамо мањи клип на доле, приметит ћемо да се већи пење.

Напомена: Шприцеве можемо да учврстимо тако што их убацимо у сталак за епрувете, али можемо и да их држимо у руци, у недостатку сталка.



Слика 6.6.7 Демонстрација рада хидрауличне пресе.



- Како се преноси притисак у чврстим телима, а како у течностима и гасовима?
- Шта је хидраулична преса?
- Чему је једнак однос сила које делују на клипове код хидрауличне пресе?
- Због чега код хидрауличне дизалице тело које желимо да подигнемо стављамо на клип већег попречног пресека? Образложити.



САЖЕТАК

- **Притисак** којим неко тело делује на подлогу дефинишемо као количник интензитета силе којом тело делује нормално на подлогу и површине на коју делује сила.
- **Интензитет силе** је бројна вредност (јачина) силе.
- **Сила делује нормално на површину** када је њен правац усмерен под правим углом у односу на површину.
- **Хидростатички притисак** је притисак мирне течности на неку површину. Хидростатички притисак на дубини h , мерено од површине течности, зависи од густине течности, дубине h и јачине гравитационог поља.
- **Дубина течности h** је висина стуба течности мерено од њене површине.
- **Систем спојених судова** представља спојене отворене судове различитог облика.
- **Закон спојених судова објашњава** зашто течност сипана у било који од спојених судова прелази у све преостале судове док се висине у свим судовима не изједначе.
- **Атмосфера** обавија планету Земљу и представља љуску састављену од гасова. Она ротира заједно са Земљом јер на њу делује гравитациона сила.
- **Атмосферски (ваздушни) притисак** је притисак који атмосфера (ваздух) својом тежином врши на Земљину површину и сва тела која се на њој налазе.
- **Вакуум** је простор у коме нема честица.
- **Торичелијев оглед** је експериментално показао вредност атмосферског притиска.
- **Нормалан атмосферски притисак** представља средњу вредност атмосферског притиска мереног на нивоу мора, на различитим географским ширинама где се вредности јачине гравитационог поља разликују, износи 101,3 kPa .
- **Живин барометар** је инструмент за мерење атмосферског притиска који ради по принципу Торичелијевог експеримента.
- **Притисак** у течностима и гасовима се протире у свим правцима
- **Паскалов закон** је експериментално доказао да се спољашњи притисак који делује на течности и гасове у стању мировања преноси подједнако у свим правцима.
- **Хидраулична преса** ради по принципу Паскаловог закона. Састоји се од два спојена цилиндрична суда различитих површина база. Оба цилиндра су затворена клиповима који могу да се покрећу.



ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

1. Заокружити тачне одговоре

а) $p = F \cdot S$

б) $F = p \cdot S$

в) $S = p \cdot F$

г) $S = \frac{F}{p}$

2. Заокружити тачне одговоре

а) $\text{Pa} = \text{N} \cdot \text{m}^2$

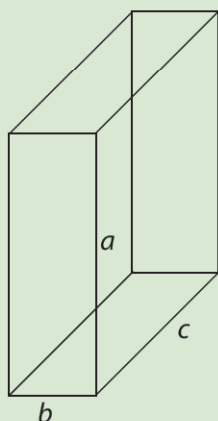
б) $\text{N} = \text{Pa} \cdot \text{m}^2$

в) $\text{m}^2 = \text{Pa} \cdot \text{N}$

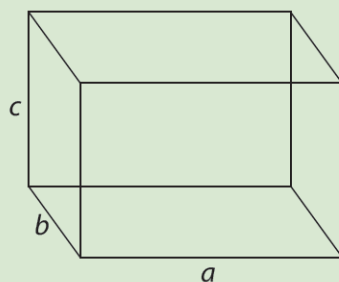
г) $\text{m}^2 = \frac{\text{N}}{\text{Pa}}$

3. На слици је дат квадар у три положаја. Нека су p_1 , p_2 и p_3 редом притисци које квадар врши на подлогу у положају 1, 2 и 3. Заокружити тачне одговоре.

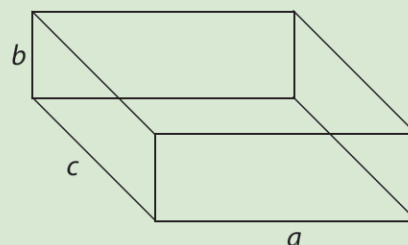
1.



2.



3.



$a = 6 \text{ cm}; b = 2 \text{ cm}; c = 4 \text{ cm}$

а) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{2}{3}$

б) $\frac{p_1}{p_2} = 2$

в) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{3}{2}$

г) $\frac{p_2}{p_3} = \frac{1}{2}$

д) $\frac{p_2}{p_3} = 3$

ђ) $\frac{p_1}{p_3} = 3$

4. Ако је маса једног тела два пута већа од масе другог тела $m_2 = 2 \cdot m_1$ а величина додирне површине са подлогом 1,2 пута већа од величине додирне површине другог $S_2 = 1,2 \cdot S_1$, колики је количник притисака тела на подлогу? Заокружити тачан одговор.

а) $\frac{p_2}{p_1} = \frac{3}{5}$

б) $\frac{p_2}{p_1} = \frac{5}{3}$

в) $\frac{p_2}{p_1} = 1$

г) $\frac{p_2}{p_1} = \frac{1}{2}$

д) $\frac{p_2}{p_1} = \frac{5}{6}$



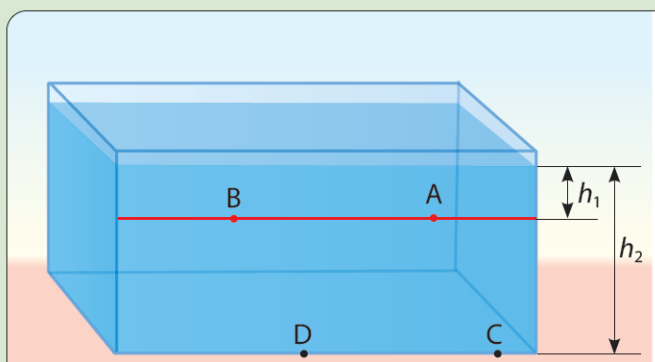
5. Колики би bio количник pritisaка istog astronauta kada bi on bio na Marsu i kada bi bio na Venери? Јачине гравитационог поља Марса и Венере су date на сликама. Заокружити тачан одговор.



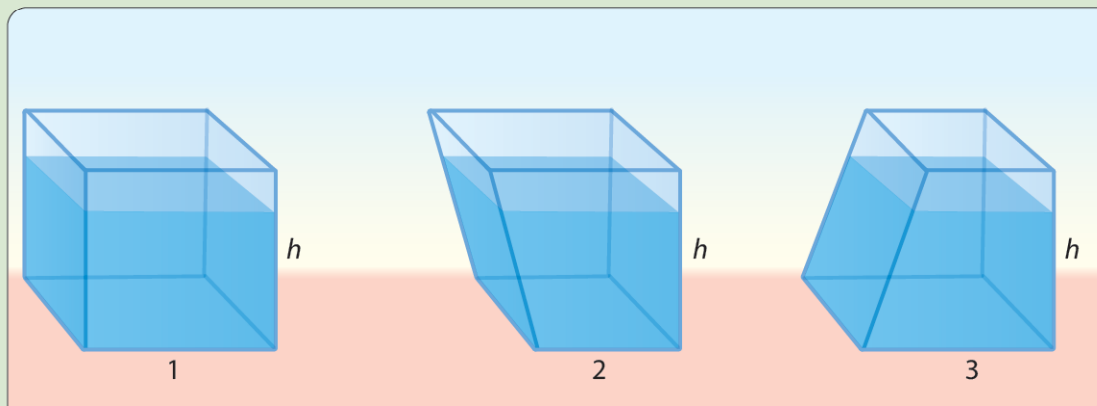
- а) $\frac{p_1}{p_2} = 3,71$ б) $\frac{p_1}{p_2} = 2,39$ в) $\frac{p_1}{p_2} = 0,42$ г) $\frac{p_1}{p_2} = 6,23$

6. На слици је data посуда са течношћу која у њој мирује. Заокружити тачне одговоре.

- а) $p_A = \rho \cdot G \cdot h_1$
 б) $p_B > p_A$
 в) $p_C = \rho \cdot G \cdot (h_2 - h_1)$
 г) $p_C = p_D$
 д) $p_A > p_D$
 ђ) $p_D - p_B = \rho \cdot G \cdot (h_2 - h_1)$
 е) $p_D = p_A + \rho \cdot G \cdot (h_2 - h_1)$
 ж) $p_C = p_A + \rho \cdot G \cdot h_2$



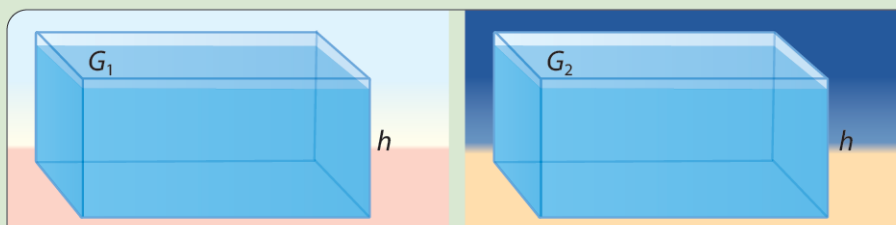
7. На слици су data три суда различитог облика у којима је ista течност напуњена до исте висине. Заокружити тачне одговоре. (у одговорима су притисци на дно суда)



- а) $p_2 > p_1 > p_3$ б) $m_3 < m_1 < m_2$ в) $p_1 = p_2 = p_3$ г) $m_1 = m_2 = m_3$



8. На слици су дата два једнака суда са водом напуњена до исте висине, један на Земљи ($G_1 = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$), а други на Месецу ($G_2 = 1,6 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$). Хидростатички притисак воде на дно суда на Земљи је p_1 , а на Месецу p_2 . Заокружити тачне одговоре.

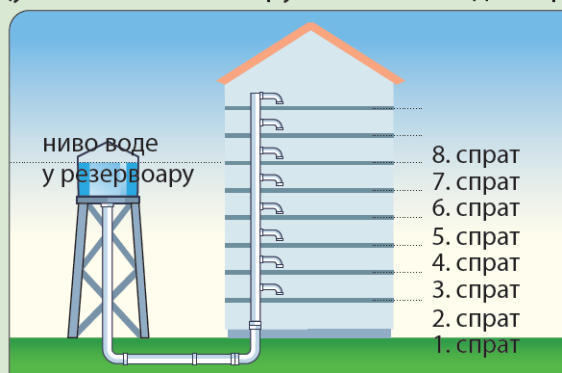


- а) $p_1 = p_2$ б) $p_1 < p_2$ в) $p_1 > p_2$
 г) $\frac{p_1}{p_2} = 6,13$ д) $\frac{p_1}{p_2} = 1$ ж) $\frac{p_1}{p_2} = 0,13$

9. У цев 1, означену на слици, система спојених судова сипана је вода. Заокружити слово испред слике на којој су дате тачне висине воде у судовима, када се она расподелила у њима.



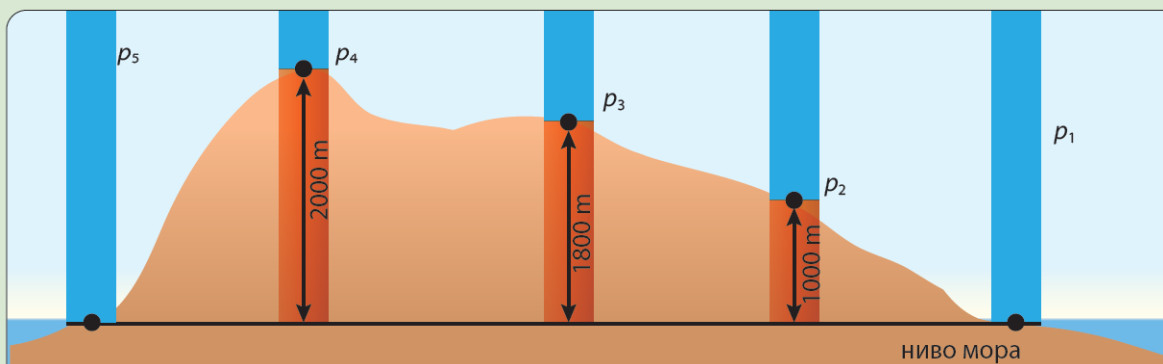
10. На слици је дат приказ водовода који снабдева зграду. До ког спрата станари зграде могу да користе воду из славина? Заокружити тачан одговор.



- а) до шестог б) до осмог в) до петог г) до другог



11. На слици $p_1, p_2 \dots p_5$ представљају атмосферске притиске на различитим надморским висинама, при чему је температура свуда иста. Заокружити тачне одговоре.

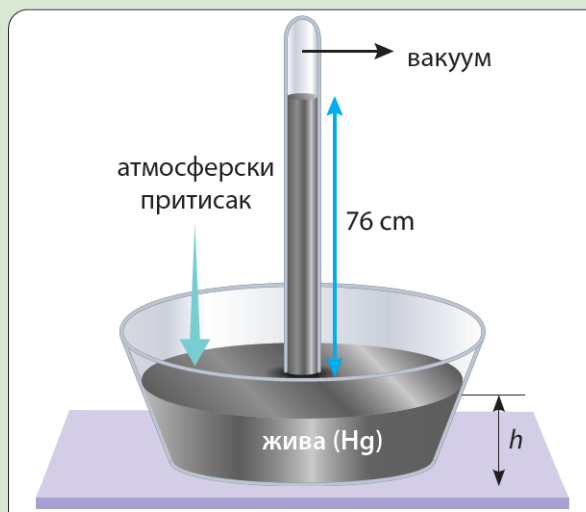


- а) $p_1 < p_3$ б) $p_1 = p_5$ в) $p_1 > p_3 > p_4$ г) $p_4 > p_3$ д) $p_4 > p_3 > p_1$

12.* Замислимо да је Торичели у свом огледу користио неку другу течност уместо живе. Густина живе је $13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ висина живиног стуба је $0,76 \text{ m}$. Нека је густина друге течности ρ_2 , а висина те течности у епрувети h_2 . Заокружити тачан одговор.

- а) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{0,76 \text{ m}}{h_2}$ б) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{\rho_2}$ в) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{10\,336 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{\rho_2 \cdot h_2}$
- г) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{10\,336 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{\rho_2 \cdot h_1}$ д) $\frac{p_1}{p_2} = 1$

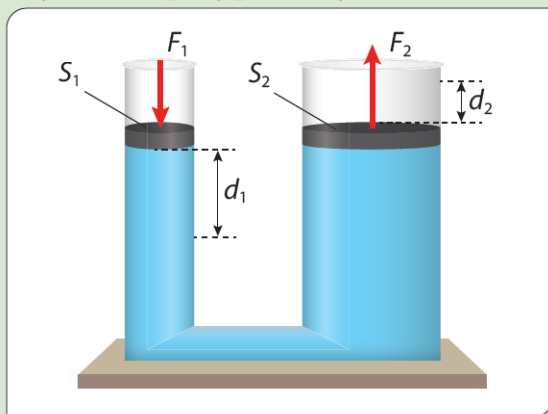
13. Колики је притисак на дно суда у Торичелијевом огледу, ако је висина течности у суду h . Заокружити тачан одговор.



- а) $p = \rho \cdot G \cdot h$ б) $p = p_a$ в) $p = p_a + \rho \cdot G \cdot h$ г) $p = p_a - \rho \cdot G \cdot h$



14. Притисак којим сила F_1 делује на површину клипа S_1 је p_1 , притисак којим сила F_2 делује на површину клипа S_2 је p_2 . Заокружити тачан одговор.

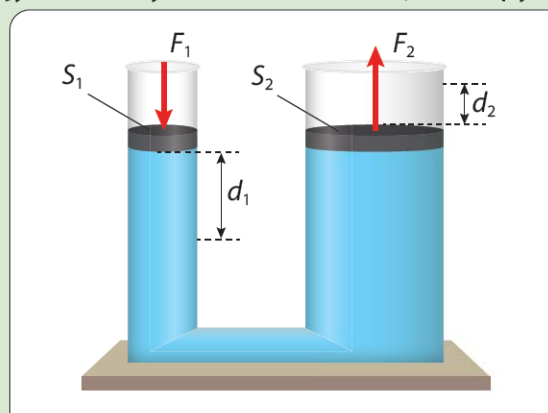


а) $p_1 > p_2$

б) $p_1 = p_2$

в) $p_1 < p_2$

15. На слици је дат приказ хидрауличне пресе. Површине попречних пресека клипова и силе које делују на њих су означене на слици. Заокружити тачне одговоре.



а) $F_1 \cdot S_1 = F_2 \cdot S_2$

б) $F_1 \cdot S_2 = F_2 \cdot S_1$

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

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

д) $F_2 = F_1 \cdot \frac{S_1}{S_2}$

16. Површина попречног пресека мањег клипа хидрауличне дизалице је S , а већег $3 \cdot S$. Мањи клип се притиска тегом масе 30 kg. Колика је маса тега који подиже већи клип? Заокружити тачан одговор.

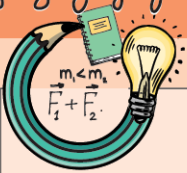
а) 30 kg

б) 10 kg

в) 15 kg

г) 90 kg

д) 60 kg



ОСНОВНЕ ФОРМУЛЕ

ПРИТИСАК ЧВРСТОГ ТЕЛА. ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК. АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК	
Тежина тела	$Q = m \cdot G$
Притисак чврстог тела	$p = \frac{Q}{S}$ $p = \frac{F}{S}$
Хидростатички притисак	$p = \rho \cdot G \cdot h$
Хидраулична преса	$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$
Површина квадра	$S = 2(ab + ac + bc)$
Површина коцке	$S = 6a^2$

ЗАДАЦИ

• ПРИТИСАК ЧВРСТОГ ТЕЛА

1. Вредност притиска човека на зид је 50 kPa . Колики је интензитет силе којом човек делује на зид ако је површина његовог длана 100 cm^2 . Човек притиска зид са оба длана.

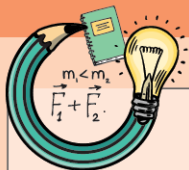
Физичка појава: притисак чврстог тела

• Поставка задатка:

Притисак човека на зид је $p = 50 \text{ kPa}$

површина длана $S = 100 \text{ cm}^2$

Тражи се: интензитет силе којом човек делује на зид, $F = ?$



2. Тежина астронаута на Земљи је 700 N. Колики притисак би вршио на површину од 2 m^2 када би се налазио на Марсу? Јачина гравитационог поља Земље је $9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, а на Марсу $3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Физичка појава: притисак чврстог тела

• **Поставка задатка:**

Тежина астронаута на Земљи је 700 N $Q = 700 \text{ N}$

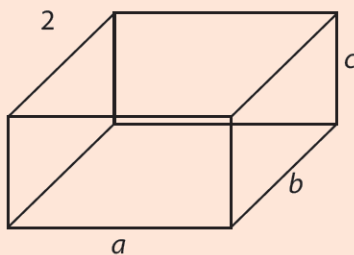
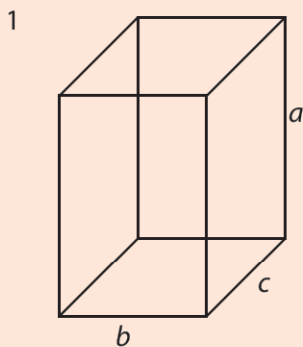
Јачина гравитационог поља Земље $G_1 = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Јачина гравитационог поља Марса $G_2 = 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

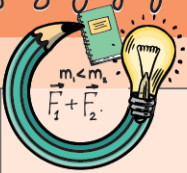
Површина коју астронаут притиска када се налази на Марсу $S = 2 \text{ m}^2$

Тражи се: притисак који врши астронаут на површину од 2 m^2

3. Колики је количник притисака на подлогу астронаута када стоји на Земљи и када би стајао на Марсу? Јачина гравитационог поља Земље је $9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, а на Марсу $3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.
4. Ивице квадрa су $a = 6 \text{ cm}$, $b = 4 \text{ cm}$ и $c = 3 \text{ cm}$. Квадар је од алуминијума. Наћи разлику притисака који врши на површину када додирује подлогу страницом bc и када је додирује страницом ab . Густина алуминијума је $2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. За јачину гравитационог поља Земље узети $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.



5. Плоча од гвожђа запремине $V = 2 \text{ m}^3$ врши притисак на подлогу од 8 kPa. Колики ће бити притисак на подлогу када се на њу стави плоча од алуминијума исте запремине и исте додирне површине. Густина гвожђа је $7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, а алуминијума $2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. За јачину гравитационог поља Земље узети $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.
6. Марко и Лазар имају исте масе. Када стоје мирно на подлози, Марко врши притисак на подлогу од 30 kPa, а Лазар 20 kPa.
- а) Који дечак носи већи број ципела?
- б) Колико пута је површина веће ципеле већа од површине мање ципеле?



7.* *Phalankasana* je joga poza koja predstavља варијацију планка. Девојка на слици изводи joga позу *phalankasana* на два начина. Прво су јој врхови само једног стопала на земљи, а после су оба. Претпоставити да је у обе позе сила којом девојка делује на подлогу иста (када је подигла ногу, појачала је силу у рукама). Површина прстију стопала је три пута мања од површине длана. Колико пута девојка врши већи притисак на подлогу када јој је нога у ваздуху.



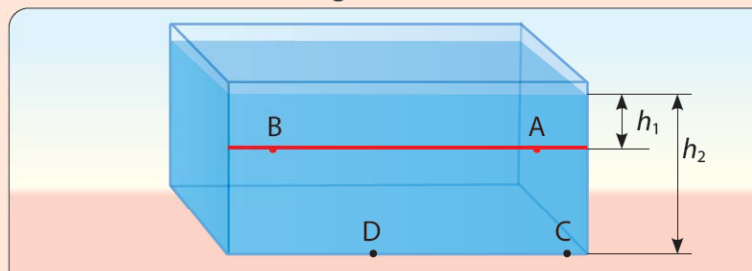
Физичка појава: притисак чврстог тела

• **Поставка задатка:**

Површина прстију стопала је три пута мања од површине длана $S_2 = \frac{1}{3} \cdot S_1$

• **ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК**

8. У посуди на слици је вода. Висина $h_1 = 1,5 \text{ m}$, а висина $h_2 = 4,5 \text{ m}$. Колике су вредности хидростатичких притисака у тачкама А, В, С, D? Густина воде је $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. За јачину гравитационог поља Земље узети $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.



Физичка појава: хидростатички притисак

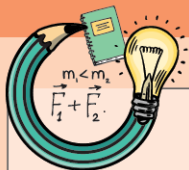
• **Поставка задатка:**

$$h_1 = 1,5 \text{ m}$$

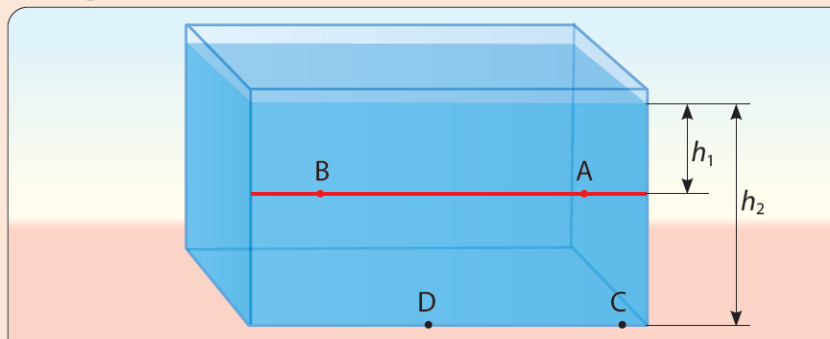
$$h_2 = 4,5 \text{ m}$$

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

Тражи се: вредности хидростатичких притисака у тачкама А, В, С, D: $p_A, p_B, p_C, p_D = ?$



9. У посуди на слици је вода. Висина $h_1 = 2 \text{ m}$, а висина $h_2 = 5 \text{ m}$. Колика је разлика притисака у тачкама D и A? Густина воде је $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. За јачину гравитационог поља Земље узети $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.



Физичка појава: хидростатички притисак

• **Поставка задатка:**

$$h_1 = 1,5 \text{ m}$$

$$h_2 = 4,5 \text{ m}$$

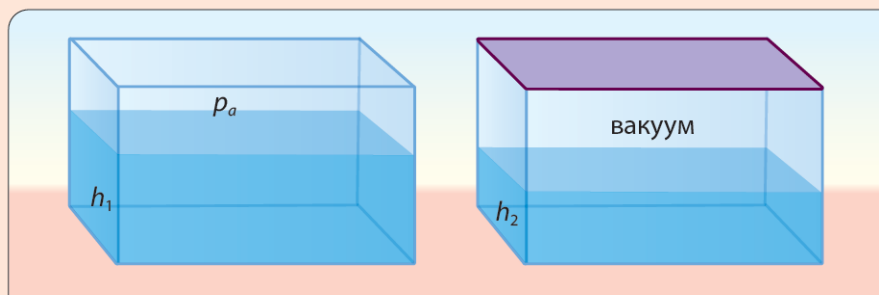
$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

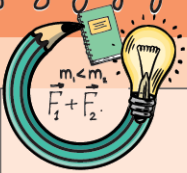
Тражи се: разлика притисака у тачкама D и A $p_D - p_A = ?$

10. Колика је разлика хидростатичких притисака на половини и на трећини дубине суда. Дубина суда је $h = 2 \text{ m}$. Густина воде је $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. За јачину гравитационог поља Земље узети $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

• **КОМБИНОВАНИ ЗАДАЦИ: АТМОСФЕРСКИ И ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК**

11. У два суда (слика) сипана је вода, у првом до висине $h_1 = 1 \text{ m}$ а у другој до висине $h_2 = \frac{2}{3} \text{ m}$. Колика је разлика у притисцима у два суда. Густина воде је $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. За јачину гравитационог поља Земље узети $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. За атмосферски притисак користити вредност 101 kPa .

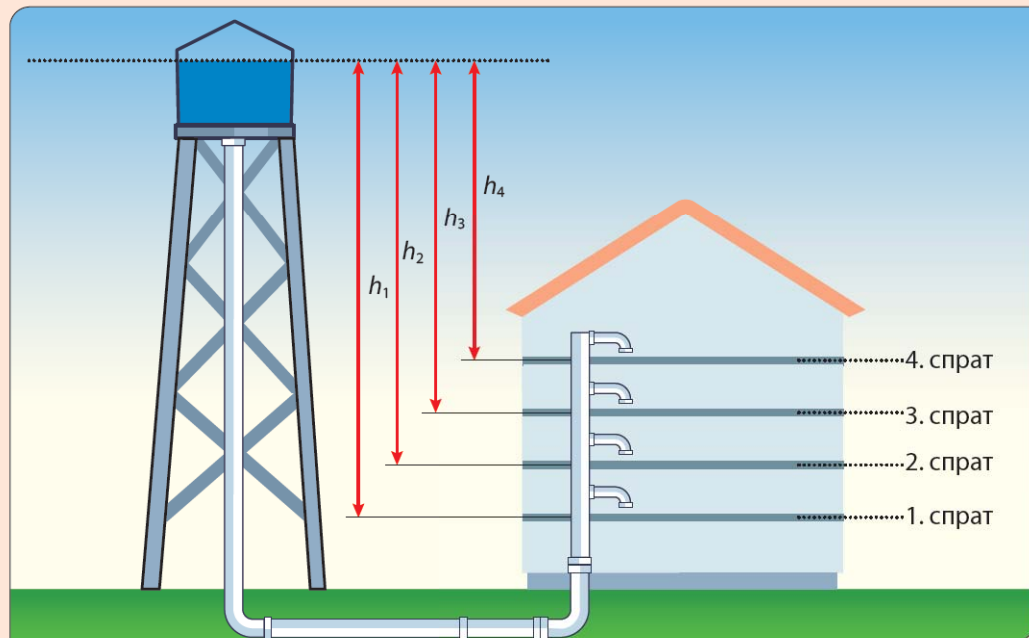


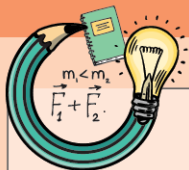


- 12.*** У систему на слици леви крај суда је отворен, а десни затворен. Колики је притисак ваздуха у затвореном делу суда? $h_1 = 70 \text{ cm}$, $h_2 = 40 \text{ cm}$. Густина воде је $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. За јачину гравитационог поља Земље узети $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. За атмосферски притисак користити вредност 101 kPa .



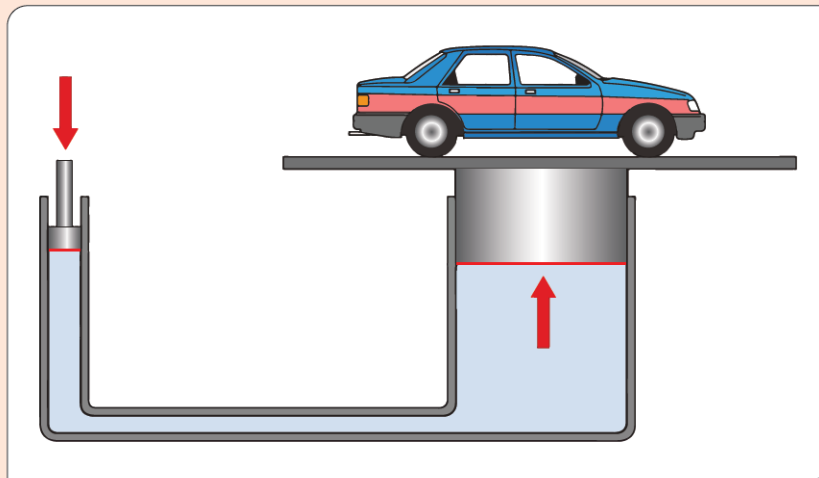
- 13.** Градска водоводна пумпа одржава у водоводу хидростатички притисак од 465 kPa на нивоу славина првог спрата. Колики је хидростатички притисак на нивоу славина четвртог спрата? Растојање између славина на два суседна спрата је 5 m .





• ПАСКАЛОВ ЗАКОН, ХИДРАУЛИЧНА ПРЕСА

14. Коликом силом треба деловати на клип мање површине хидрауличне дизалице да би се јавила сила која подиже аутомобил који стоји на другом клипу, а чија је маса 1t ? Површине попречних пресека су 10 m^2 и 200 m^2 .



Физичка појава: Паскалов закон

• Поставка задатка:

Површина мањег клипа $S_1 = 10 \text{ m}^2$

Површина мањег клипа $S_2 = 200 \text{ cm}^2$

Маса аутомобила $m = 1 \text{ t} = 1000 \text{ N}$

Тражи се: интензитет силе којом деловати на мањи клип, $F_1 = ?$

15. Колика треба да буде маса терета који стоји на клипу мање површине да би се јавила сила која подиже слона чија је маса 2000 kg ? Површине попречних пресека су 5 m^2 и 20 m^2 .

7

ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ



ОДРЕЂИВАЊЕ СРЕДЊЕ БРЗИНЕ ПРОМЕНЉИВОГ И СТАЛНЕ РАВНОМЕРНО ПРАВОЛИНИЈСКОГ КРЕТАЊА

ТЕОРИЈСКИ УВОД: Према брзини сва кретања делимо на **равномерна** и **променљива**. При равномерним кретањима тело прелази једнаке путеве за исто време, а при неравномерним – различите.

Средња брзина v_{sr} је физичка величина којом описујемо променљиво кретање. Израчунава се као количник укупног пређеног пута s_u и укупног времена кретања t_u :

$$v_{sr} = \frac{s_u}{t_u}$$

Код равномерно праволинијског кретања користимо исту формулу, само што је $s_u = s$, било који део пређеног пута, а $t_u = t$, време за које је тело прешло тај пут.

Време кретања t_u рачунамо као разлику временских тренутака: **почетног** t_0 (када укључујемо штоперицу или хронометар) и **крајњег** t (када заустављамо мерење). Ако је почетни тренутак једнак 0 s, $t_0 = 0$ s, тада је $t_u = t$.

Кретање мехура ваздуха у води је у почетку убрзано, али касније прелази у равномерно. У лабораторијској вежби коју ћемо радити, тај мехур је у правој стакленој севи испуњеној водом, па ће се, након што је прешао око 10 cm, кретати равномерно праволинијски.



У првом делу вежбе меримо време за које је мехуру ваздуха потребно да пређе од једног до другог краја цеви, а то је променљиво кретање. У другом делу, меримо време за које је мехур прешао део дужине цеви, након што је почео да се креће равномерно праволинијски.

ПРИБОР

1. штоперица или хронометар,
2. стаклена цев испуњена водом са мехуром ваздуха,
3. метар или метарска трака.

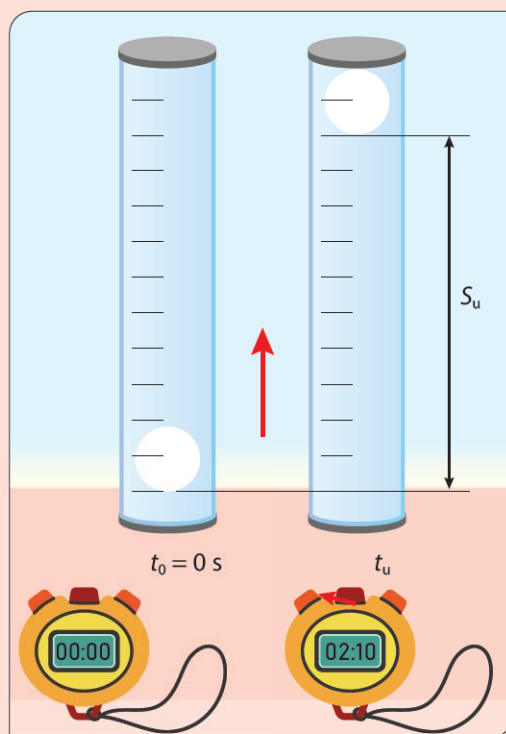
НАПОМЕНА: ако у вашој школској лабораторији нема стаклене цеви испуњене водом, онда лако можете направити своју којом ћете радити. Довољно је да нађете стаклену или провидну пластичну цев дужине око један метар. Цев треба затворити на једном крају (ако већ није затворена), па је испуните водом – не сасвим до врха – да би се унутар формирао мехур ваздуха који ће се померати дуж цеви. Након тога затворити цев и на другом крају.

На цеви, са стране, водоотпорним маркером нанети скалу чије ће црте бити на растојању 5 или 10 cm (вредност подељка). Да би лакше читавали растојање, можете испод сваке друге црте нанети бројеве 0, 10, 20... На крају цев треба да изгледа слично као на слици 1.

• ОДРЕЂИВАЊЕ СРЕДЊЕ БРЗИНЕ ПРОМЕНЉИВОГ КРЕТАЊА

ПОСТУПАК:

- Узети стаклену цев и окренути је тако да се мехур ваздуха нађе на дну цеви, при вертикалном положају, слика 1. Мехур ће кренути ка врху цеви.
- Изабери две црте: једну при дну, а другу при врху цеви. Растојање међу тим цртама је пређени пут s_u .
- Почетни тренутак, $t_0 = 0 \text{ s}$, је када је мехур код доње, а крајњи t када је код горње црте.
- Поновити мерење три пута и резултате унети у табелу 1.
- На основу резултата израчунати средњу вредност и апсолутну грешку мерења и записати коначни резултат.



Слика 1: Одређивање средње брзине кретања мехура дуж целе цеви. Цев је у вертикалном положају.

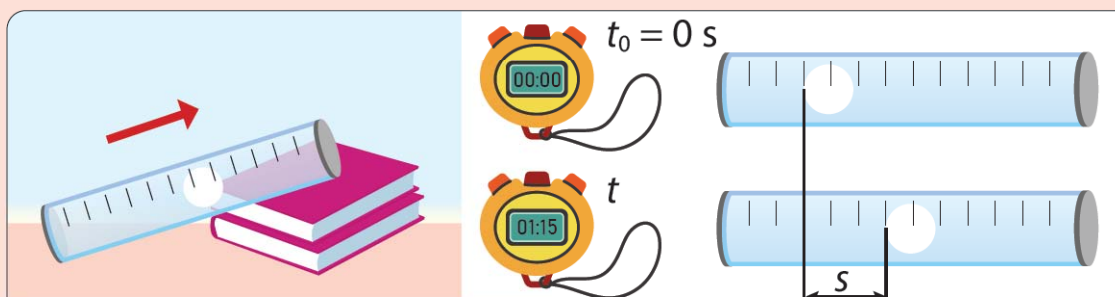
Број мерења	пређени пут s_u [m]	време кретања t_u [s]	средња брзина $v_{sr} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$
1			
2			
3			

Табела 1:

Средња брзина $v_{sr} = (\quad \pm \quad) \frac{\text{m}}{\text{s}}$

• ОДРЕЂИВАЊЕ БРЗИНЕ ПРИ РАВНОМЕРНО ПРАВОЛИНИЈСКОМ КРЕТАЊУ

Сада ћемо мерити време потребно да мехур ваздуха пређе између било које две изабране црте, уз услов да прва није скроз на почетку, као у првом делу огледа. На слици 2, гледамо за колико ће прећи растојање између треће и седме црте.



Слика 2: Одређивање сталне брзине кретања мехура на делу цеви. Цев је благо нагнута.

ПОСТУПАК:

- Поново нагнемо цев тако да нам је мехур код доњег краја цеви; али сада је само благо искосимо, тако што је наслонимо на књигу или две.
- Сада нам је почетни тренутак, $t_0 = 0 \text{ s}$, тренутак пролажења кроз прву изабрану црту, а крајњи t када прође другу изабрану црту.
- Поновити мерење пет пута за пет изабраних дужина путева s .
- Унети податке у табелу 2.
- Израчунати на основу табеле средњу вредност сталне брзине за посматрано кретање, као и апсолутну грешку.
- Записати крајњи резултат мерења.

Број мерења	пређени пут s [m]	време кретања t [s]	стална брзина $v_{sr} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$
1			
2			
3			

Табела 2:

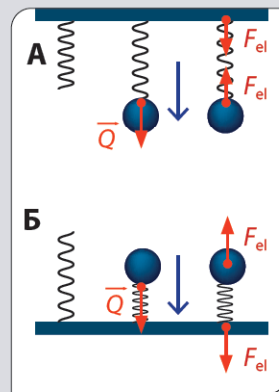
стална брзина $v_{sr} = (\quad \pm \quad) \frac{\text{m}}{\text{s}}$

ПИТАЊА УЗ ВЕЖБУ:

1. Какав је однос средњих брзина мехура ваздуха на првом делу и на другом делу пута?
2. Ако повећаш нагиб цеви, како ће се променити средња брзина мехура ваздуха?
3. Да ли је стална брзина иста на свим деловима пута у нагнутој цеви? Како се мења у зависности од тога да ли бирамо део пута на почетку или при крају цеви?

МЕРЕЊЕ ЕЛАСТИЧНЕ СИЛЕ ПРИ ИСТЕЗАЊУ И САБИЈАЊУ ОПРУГЕ

ТЕОРИЈСКИ УВОД: Сила еластичности је мера за отпор које неко тело пружа деформацијама. У случају еластичне опруге те деформације су сабијање и истезање опруге, које означавамо са x (погледати слику 3.6.4 на којој се види како рачунамо издуженост и сабијеност опруге). У случају када је опруга сабијена, те силе делују тако да је врате у несабијено, а када је издужена, враћају је у неиздужено стање (слика 1). Тежина тела $\bar{Q}$ је сила којом тело притиска подлогу или затеже нит о коју је обешено.



Слика 1: Деловање сила еластичности у случају када је опруга: (А) издужена, (Б) сабијена.

Ако на крај опруге делује сила F_1 , при чему је деформација опруге x_1 , па онда делује сила F_2 , при чему је деформација x_2 , важи:

$$\frac{F_1}{x_1} = \frac{F_2}{x_2}$$

Однос силе F која издужује опругу и деформације x опруге за дату опругу је исти.



Прво ћемо качити о опругу тегове различитих тежина Q и проверавати однос тежина тегова са издуженостима опруге x (слика 3.6.5). У том случају силе F које врше издуживање су тежине тегова Q , па ће за било које две тежине Q_1 и Q_2 и одговарајуће издужености опруга x_1 и x_2 да важи:

$$\frac{Q_1}{x_1} = \frac{Q_2}{x_2}$$

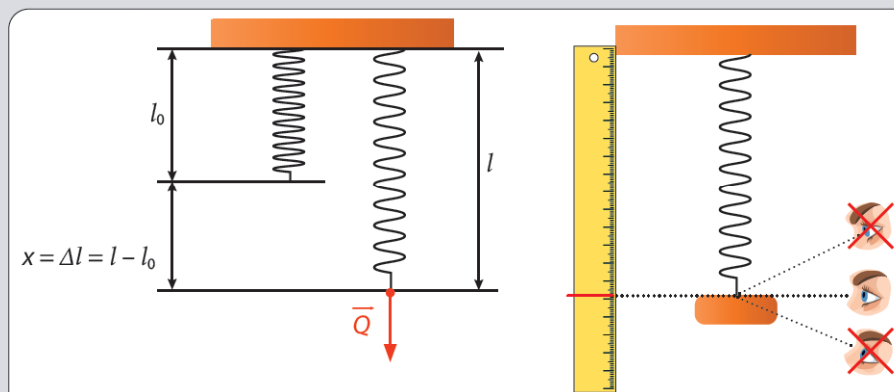
Исти оглед можемо урадити тако што ћемо уместо тегова на крај опруге повлачити преко динамометра који ће нам показивати силу којом се опруга издужује. Силе еластичности једнаке су по интензитету тој сили.

У другом делу вежбе, опругу постављамо на сто, преко стављамо картон и онда на тај картон стављамо тегове различитих тежина Q и мерити колике су сабијености опруга x . Тада за било које две тежине Q_1 и Q_2 и одговарајуће сабијености опруга x_1 и x_2 , важи исти однос као и када је опруга била истегнута.

ПРИБОР

1. еластична опруга (у случају када меримо сабијање узети неку већу опругу, која није превише истегњива),
2. сталак о који качимо опругу,
3. лењир или метарска трака коју можемо причврстити за сталак да би боље прочитали истегнутост опруге x ,
3. милиметарски папир.

• МЕРЕЊЕ ОДНОСА СИЛЕ F КОЈА ИСТЕЖЕ ОПРУГУ И ИЗДУЖЕНОСТ x ОПРУГЕ



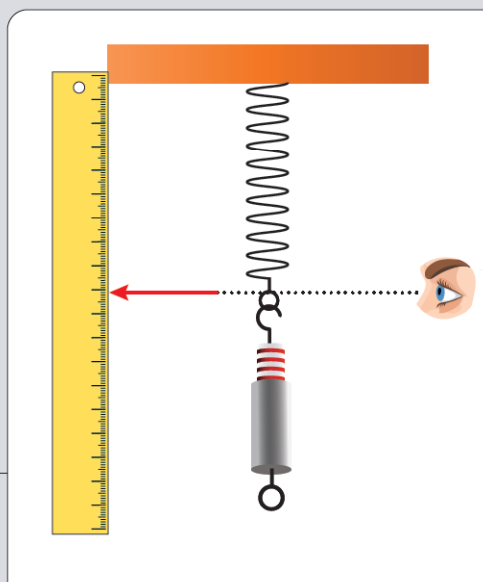
Слика 2: Како налазимо издуженост x опруге и читавамо правилно вредности са мерне скале, лењира.

ПОСТУПАК:

- Окачити опругу о сталак и измерити дужину опруге у неиздуженом стању l_0 .
- Затим окачити тег тежине Q и измерити дужину опруге у издуженом стању l .
- Наћи издуженост опруге $x = l - l_0$
- Прво узмемо тежину, нека је то 2 N , $Q_1 = 2\text{ N}$, па измеримо колика је издуженост x_1 опруге у cm . Поступак поновимо за $Q_2 = 4\text{ N}$, па измеримо колика је издуженост x_2 итд. Понављамо мерења за пет различитих тежина.
- Попунити табелу 1
- Према табели 1 нацртати график зависности издужености x опруге у зависности од тежине тегова Q , слика 4. На хоризонталној оси наносимо тежине, на пример од 2 N до 10 N , а на вертикалној издужености x у cm .

НАПОМЕНА: Водити рачуна да приликом читавања поглед мора бити усмерен усправно на мерну скалу, а не укосо (слика 1)

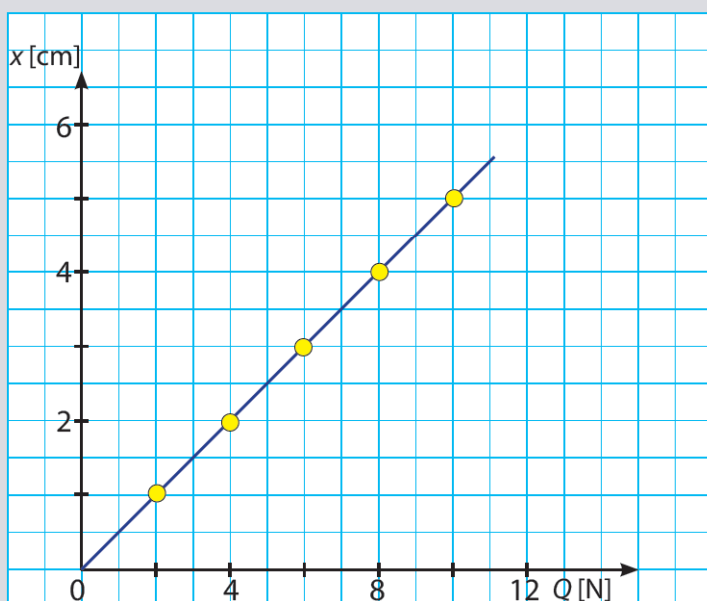
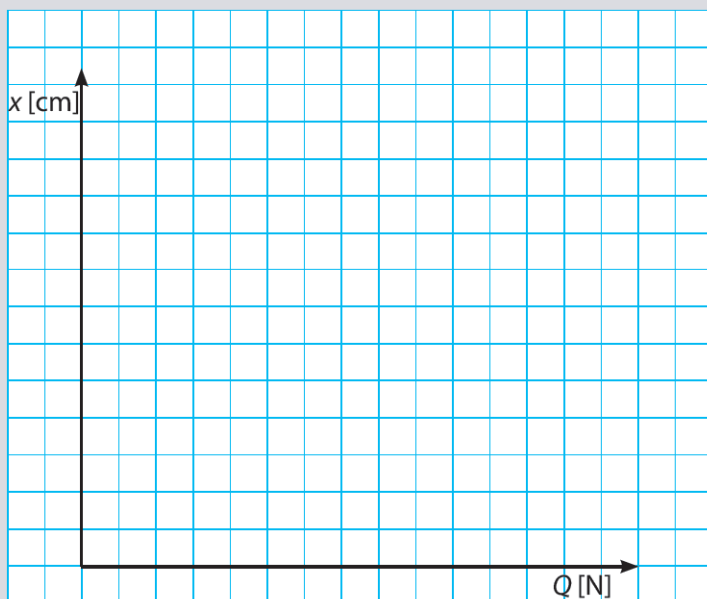
На слици 3 видимо исти оглед, али сада уместо тегова користимо динамометар. Поступак је исти као и са теговима, само што овде за прецизније читавање са скале можете користити стрелицу, као са слике или оловку. Поглед током читавања мора бити у правцу стрелице.



Слика 3: Мерење истегнутости опруге у случају када је истежемо преко динамометра.

Број мерења	тежина тега Q (сила F) [N]	дужина неистегнуте опруге l_0 [cm]	дужина истегнуте опруге l [cm]	издуженост опруге $x = l - l_0$ [cm]	$\frac{Q}{x} \left(\frac{F}{x} \right) \left[\frac{\text{N}}{\text{cm}} \right]$

Табела 1:



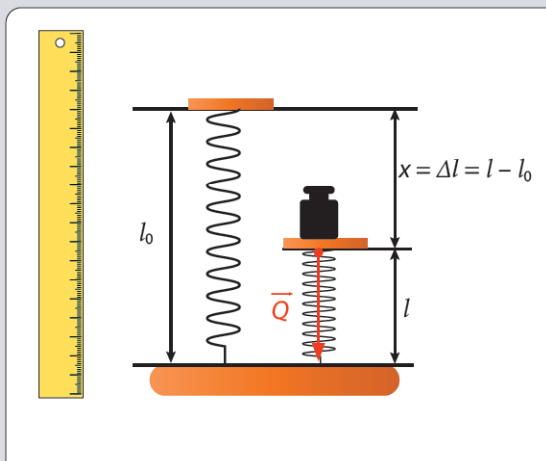
Слика 5: Пример за цртање графика. Жутим тачкама означени су парови (Q, x) , који су добијени експериментом. Кроз њих се провлачи права, која је на слици плаве боје. Гледајте да поделе на бројној оси буду такве, да последња експериментална вредност буде најмање на две трећине осе. На графику са слике, последња експериментална вредност је 10 N. 1 cm на бројној оси може да вреди 1,2,4 или 5N. Избегавајте такву поделу да вам 1 cm вреди 3 или 6 N.

• МЕРЕЊЕ ОДНОСА ТЕЖИНЕ Q ТЕГА КОЈИ САБИЈА ОПРУГУ И САБИЈЕНОСТИ x ОПРУГЕ

Прибор за рад је исти као у првом делу огледа, само што нам овде није потребан сталак.

ПОСТУПАК:

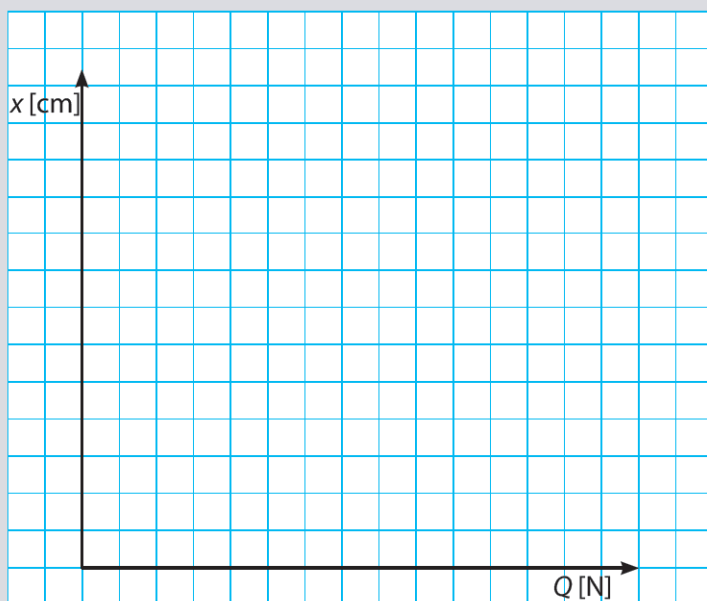
- Ставити опругу поред лењира и измерити дужину опруге у несабијеном стању l_0 .
- Затим на њу ставити неки јачи картон или пластични поклопац и на њега ставити тег тежине Q и измерити дужину опруге у сабијеном стању l (слика 5).
- Наћи сабијеност опруге $x = l_0 - l$
- Попунити табелу 2
- Према табели 2 нацртати график зависности сабијености x опруге од тежине тегова Q , слика 7.



Слика 6: Мерење сабијености x опруге у случају када на њу стављамо тегове различитих тежина Q .

Број мерења	тежина тег Q (сила F) [N]	дужина неистегнуте опруге l_0 [cm]	дужина истегнуте опруге l [cm]	издуженост опруге $x = l - l_0$ [cm]	$\frac{Q}{x} \left(\frac{F}{x} \right) \left[\frac{\text{N}}{\text{cm}} \right]$

Табела 2:



Слика 7: График зависности издужења опруге x у зависности од тежине тег Q

ПИТАЊА УЗ ВЕЖБУ:

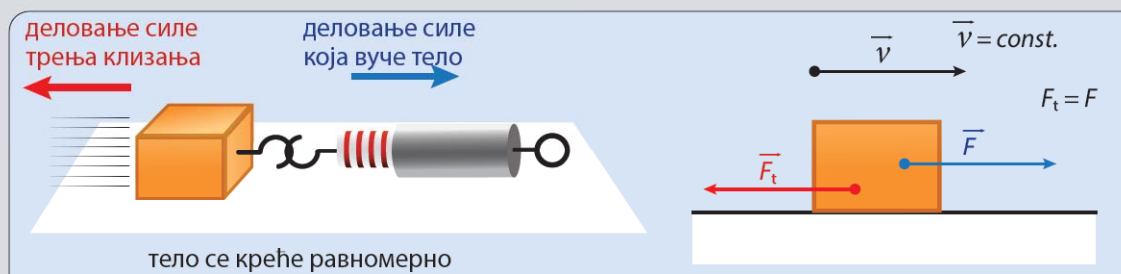
1. Какав је однос издужености и сабијености опруге када исти тег прво окачимо, па онда ставимо на њу?
2. Исти тег окачимо о две различите опруге. Како се односе издужености опруга у том случају? Које су особине опруга које се мање издужују?
3. На који график те подсећа график зависности издужености или сабијености опруге од тежине тег Q или силе која деформише опругу?

МЕРЕЊЕ СИЛЕ ТРЕЊА ПРИ КЛИЗАЊУ И КОТРЉАЊУ ТЕЛА

ТЕОРИЈСКИ УВОД: **Сила трења** је мера отпора које једно чврсто тело пружа другом, преко додирне површине, приликом његовог покретања или кретања. У зависности да ли се ради о покретању, клизању или котрљању разликују се:

- 1) **сила трења мировања** – мера за отпор покретању тела
- 2) **сила трења клизања** – мера за отпор релативном кретању тела
- 3) **сила трења котрљања** – мера за отпор котрљању тела

Када се тело креће праволинијски по хоризонталној подлози сталном брзином $\vec{v}$ под деловањем силе $\vec{F}$, тада је та сила једнака сили трења кретања $\vec{F}_t$ по правцу и интензитету, само је супротно усмерена од ње, слика 1.



Слика 1: Мерење силе трења клизања

Та сила трења кретања може да буде сила трења клизања, ако се тело креће једном својом површином преко подлоге или сили трења котрљања, ако се котрља. Ако тело повлачимо преко динамометра, као на слици 1, онда ће динамометар показивати вредности силе клизања или котрљања.

У овој вежби ћемо:

1. Полако повлачити гумицу преко хоризонталне подлоге, тако да се клиза.
2. Потом ћемо исту гумицу повлачити преко цилиндричних предмета при чему ће се котрљати.

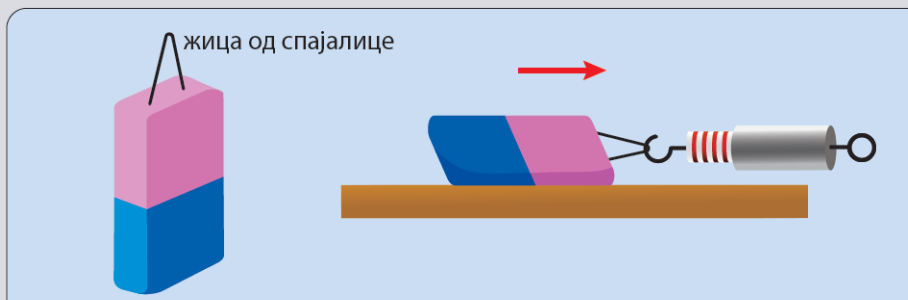
У оба случаја ћемо забележити вредности које динамометар показује и упоредити их.

ПРИБОР:

1. гумица за брисање
2. спајалица или комад жице
3. динамометар
4. цилиндрични предмети (оловке, чачкалице, штапићи)

ПОСТУПАК:

- Узмемо жицу од спајалице, савијемо је у облик латиничног слова У и крајеве убудемо у гумицу (слика 2А). То ће бити алка за коју ћемо закачити динамометар.
- Повлачимо гумицу лагано, без наглих повлачења, преко хоризонталне подлоге (слика 2Б).



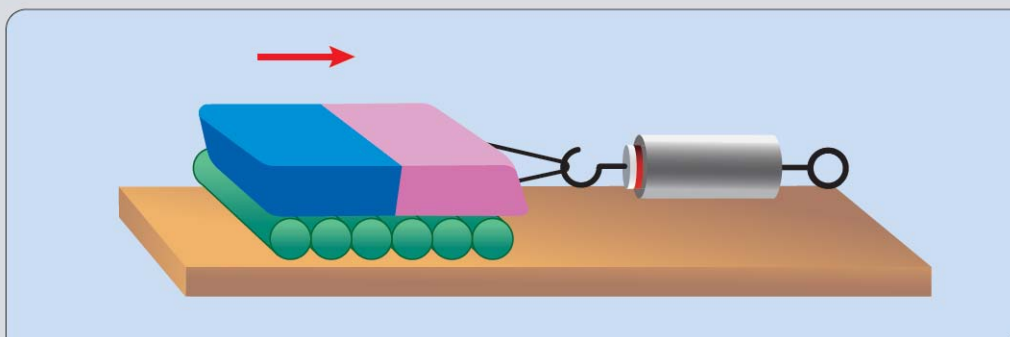
Слика 2: А) Качење алке за гумицу Б) Повлачење гумице преко хоризонталне подлоге

Сила трења клизања је: $F_t = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

Грешка мерења је: $\Delta F_t = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

(За грешку мерења узимамо тачност инструмента.)

- У другом делу огледа исту гумицу превлачимо преко цилиндричних предмета (слика 3) и записујемо вредност коју показује динамометар.



Слика 3: Мерење силе трења котрљања.

Сила трења котрљања је: $F_{tk} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

Грешка мерења је: $\Delta F_{tk} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

(За грешку мерења узимамо тачност инструмента.)

ПИТАЊА УЗ ВЕЖБУ:

1. Шта закључујеш на основу измерених вредности за силу трења клизања и котрљања?
2. Понови исту вежбу на различитим подлогама као што су храпави картон, тканина или ламинат. Да ли долазиш до истог закључка?
3. Где у свакодневном животу видиш примену смањеног трења котрљањем?

МЕРЕЊЕ НЕПОЗНАТЕ ТЕЖИНЕ КАЛИБРИСАНОМ ОПРУГОМ

ТЕОРИЈСКИ УВОД: Тежина тела $\overline{Q}$ је сила којом тело притиска подлогу или затеже нит о коју је обешено. Ако је m маса тела, тада се тежина Q рачуна по формули

$$Q = m \cdot G$$

где је G – јачина гравитационог поља. Иако је на географској ширини на којој се налази Србија јачина гравитационог поља $9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, у нашој вежби, у циљу лакшег рачунања узећемо да је $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

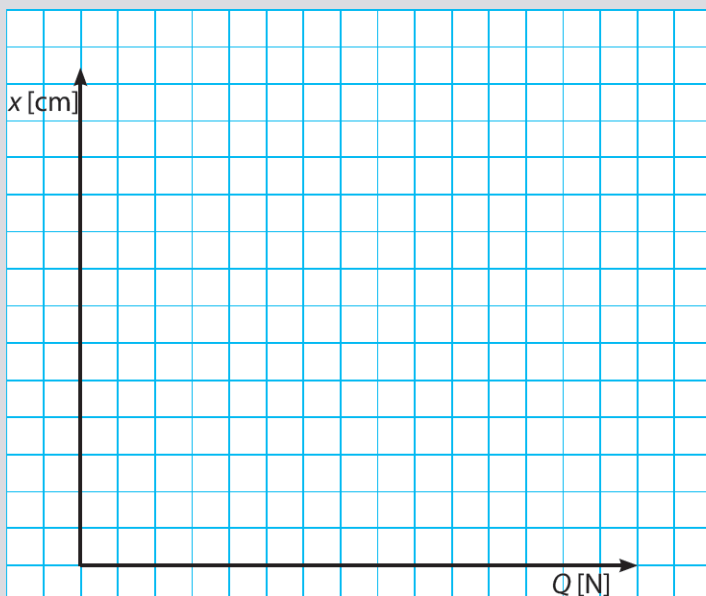
• КАЛИБРАЦИЈА ОПРУГЕ



Ова вежба се ради на исти начин као и лабораторијска вежба у којој смо мерили силу еластичности при истезању опруге, страна 209. Само што сада качимо тегове различитих маса m и на основу табеле 1, цртамо на милиметарском папиру график који повезује тежине тела Q са издуженостима опруге x , слика 1. Под калибрацијом опруге подразумевамо поступак којим ћемо свакој издужености опруге x придружити бројну вредност тежине тела Q .

Број мерења	маса тега m [kg]	тежина тега $Q = m \cdot G$ [N]	дужина несабијене опруге l_0 [cm]	дужина сабијене опруге l [cm]	издуженост опруге $x = l - l_0$ [cm]

Табела 1: Израда калибрационог графика

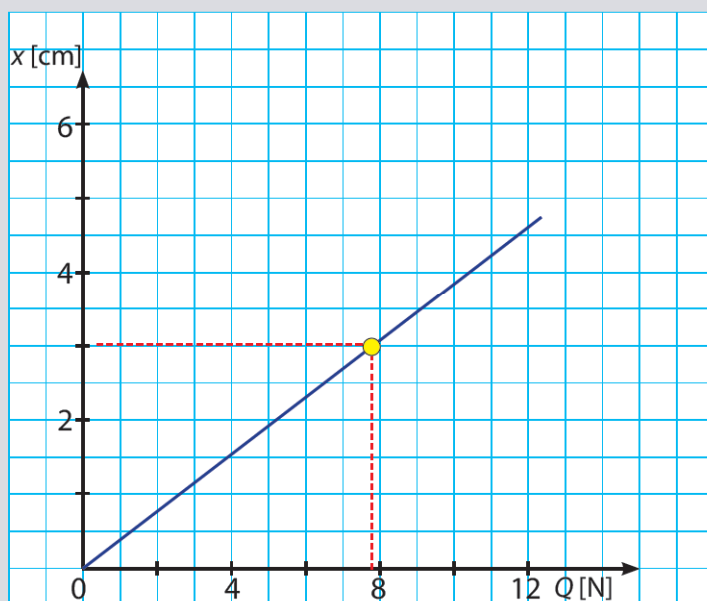


Слика 1: График зависности издужења опруге x у зависности од тежине тега Q , график калибрације.

• ОЧИТАВАЊЕ БРОЈНЕ ВРЕДНОСТИ НЕПОЗНАТЕ ТЕЖИНЕ

Сада узимамо исту опругу и окачимо о њу тело непознате тежине Q_x . Измеримо колика је издуженост x . Са калибрационог графика онда читамо која бројна вредност тежине одговара тој вредности.

Узмимо на пример график са слике 2, кога смо добили калибрацијом. Са њега видимо да ако се опруга издужила за 3 cm то одговара тежини од 7,6 N (1mm на хоризонталној бројној оси одговара вредности од 0,4 N).



Слика 1: Одређивање непознате тежине са калибрационог графика.

Поновити поступак за још две непознате тежине. Унети податке у табелу 2.

Број мерења	Маса тега m [kg]	Тежина тега $Q = m \cdot G$ [N]	Дужина несабијене опруге l_0 [cm]	Дужина сабијене опруге l [cm]	Издуженост опруге $x = l - l_0$ [cm]

ПИТАЊА УЗ ВЕЖБУ:

1. Зашто користимо тегове познатих маса приликом калибрације опруге?
2. Зашто је важно да током свих мерења користимо исту опругу коју смо калибрисали?
3. Да ли се ова метода може користити за мерење масе у свемиру, где нема гравитације? Зашто?

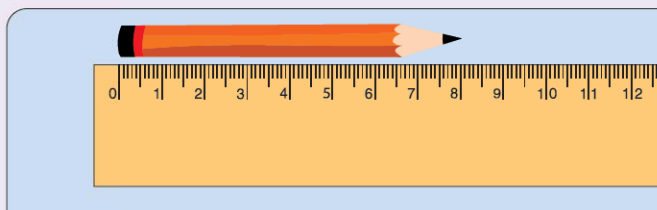
МЕРЕЊЕ ДИМЕНЗИЈЕ ТЕЛА ЛЕЊИРОМ СА mm ПОДЕЛОМ

ТЕОРИЈСКИ УВОД: У лекцији 4.3. смо научили да су мерила средства помоћу којих се директним мерењем добија бројна вредност непознате физичке величине. Лењир је мерило. Мерењем дужине лењиром, сазнајемо њену бројну вредност директним читавањем подеока лењира.



ПОТРЕБАН ПРИБОР:

- Лењир са mm поделом
- Оловка, или други предмет, чију дужину меримо



ПОСТУПАК:

- Прислонити крај оловке на подеок који означава 0 mm
- Очитати подеок до кога долази врх оловке
- Дужина оловке одговара очитаном подеоку
- Мерење поновити пет пута
- Израчунати средњу вредност мерења
- Израчунати одступања сваког мерења од средње вредности
- Израчунати апсолутну грешку мерења и заокружити је по правилима заокруживања апсолутне грешке
- Заокружити средњу вредност на исти број децимала који има апсолутна грешка
- Представити резултат мерења у милиметрима и у центиметрима, у облику $l = (l_{sr} \pm \Delta l) \text{ mm}$ и $l = (l_{sr} \pm \Delta l) \text{ cm}$
- Израчунати релативну грешку мерења
- Попунити табелу

Број мерења	Дужина оловке $l \text{ [mm]}$	Средња дужина оловке $l_{sr} \text{ [mm]}$	Одступања мерења од средње вредности Δl_n $n = 1, 2, 3, 4, 5$	Апсолутна грешка мерења Δl	Заокружена апсолутна грешка мерења Δl	Релативна грешка мерења δl
1						
2						
3						
4						
5						

$$l = (l_{sr} \pm \Delta l) \text{ mm}$$

$$l = (l_{sr} \pm \Delta l) \text{ cm}$$

- Дискутовати који су разлози различитих бројних вредности пет мерења
- Ако бисмо мерили дужину школске клупе лењиром и метарском траком, у ком случају бисмо добили већу грешку мерења? Дискутовати.

МЕРЕЊЕ ЗАПРЕМИНЕ ЧВРСТИХ ТЕЛА НЕПРАВИЛНОГ ОБЛИКА ПОМОЋУ МЕНЗУРЕ

ТЕОРИЈСКИ УВОД: У лекцији 5.7. смо научили да запремину тела неправилног облика меримо помоћу мензуре, тако што очитамо ниво течности у мензури пре и после убацивања тела. Разлика очитаних запремина представља запремину неправилног тела.



Измерити запремину тела неправилног облика направљеног од пластелина

ПОТРЕБАН ПРИБОР:

- Мензура са водом
- Тело (по могућству од пластелина) чију запремину мерирмо

ПОСТУПАК:

- У мензуру ставити воду и измерити њену запремину (V_1) очитавањем подеока на мензури
- Убацили тело у мензуру и поново очитати запремину (V_2)
- Израчунати запремину тела преко формуле $V = V_2 - V_1$
- Мерење поновити пет пута
- Израчунати средњу вредност мерења
- Израчунати одступања сваког мерења од средње вредности
- Израчунати апсолутну грешку мерења и заокружити је по правилима заокруживања апсолутне грешке
- Заокружити средњу вредност на исти број децимала који има апсолутна грешка
- Представити резултат мерења у облику $V = (V_{sr} \pm \Delta V) \text{ cm}^3$
- Израчунати релативну грешку мерења
- Попунити табелу

РЕЗУЛТАТИ:

Број мерења	Запремина течности пре убацивања тела, V_1 [cm^3]	Запремина течности пре убацивања тела, V_2 [cm^3]	Запремина тела $V = V_2 - V_1$ [cm^3]	Средња вредност мерења V_{sr} [cm^3]	Одступања мерења од средње вредности ΔV_n [cm^3] $n = 1, 2, 3, 4, 5$	Апсолутна грешка мерења ΔV [cm^3]	Заокружена апсолутна грешка мерења ΔV [cm^3]	Релативна грешка мерења δV
1								
2								
3								
4								
5								

$$V = (V_{sr} \pm \Delta V) \text{ cm}^3$$

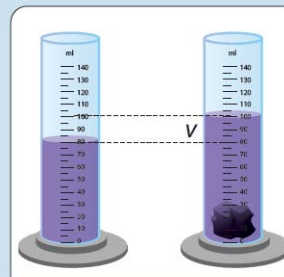
- Од тела неправилног облика направљеног од пластелина, направити квадар. Измерити ивице квадра и израчунати запремину преко формуле. Упоредити овако израчунату запремину са запремином добијеном мерењем помоћу мензуре.

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ТЕЛА НЕПРАВИЛНОГ ОБЛИКА

ТЕОРИЈСКИ УВОД: У лекцији 5.7. смо научили да густину тела неправилног облика одређујемо мерећи његову масу и густину. Мерење густине тела неправилног облика је детаљно описано у лабораторијској вежби 2. У овој вежби, додатно, треба да измеримо и масу тела. Мерење масе тела смо описали у лекцији 5.3. Густину тела рачунамо помоћу формуле $\rho = \frac{m}{V}$.



Измерити густину тела неправилног облика



ПОТРЕБАН ПРИБОР:

- Аналитичка вага са комплетом тегова или дигитална вага
- Тело неправилног облика
- Мензура

ПОСТУПАК:

- Измерити масу тела аналитичком или дигиталном вагом
- У мензуру ставити воду и измерити њену запремину (V_1) читавањем подеока на мензури
- Убацити тело у мензуру и поново очитати запремину (V_2)
- Израчунати запремину тела преко формуле $V = V_2 - V_1$
- Мерења поновити пет пута
- Израчунати средње вредности мерења
- Израчунати густину тела према формули $\rho = \frac{m_{sr}}{V_{sr}}$
- Попунити табелу

Број мерења	Маса тела m [g]	Запремина течности пре убацивања тела, V_1 [cm ³]	Запремина тела $V = V_2 - V_1$ [cm ³]	Средња вредност мерења m_{sr} [g]	Средња вредност запреmine тела V_{sr} [cm ³]	Густина тела $\rho = \frac{m_{sr}}{V_{sr}}$ [g/cm ³]
1						
2						
3						
4						
5						

- Поновити вежбу тако што помоћу мензуре меримо запремину тела правилног облика. Израчунати запремину тела и преко формуле, мерећи његове димензије. Упоредити резултате. Дискутовати.

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ТЕЛА ПРАВИЛНОГ ОБЛИКА

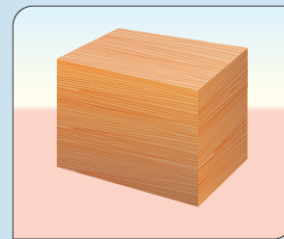
ТЕОРИЈСКИ УВОД: У лекцији 5.5. смо научили да густину тела рачунамо помоћу формуле $\rho = \frac{m}{V}$. Да бисмо измерили густину тела, морамо да измеримо њену масу и запремину. Масу меримо помоћу ваге, што је описано у лекцији 5.3., а запремину тела правилног облика рачунамо преко формуле.



Измерити густину хомогеног тела облика квадра или коцке које је направљено од једног материјала

ПОТРЕБАН ПРИБОР:

- Аналитичка вага са комплетом тегова или дигитална вага
- Тело облика квадра или коцке
- Лењир са милиметарском поделом



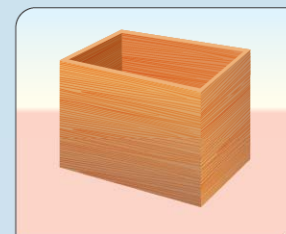
ПОСТУПАК:

- Измерити масу тела аналитичком или дигиталном вагом
- Измерити лењиром ивице тела a, b, c уколико је облика квадра, па израчунати запремину преко формуле $V = a \cdot b \cdot c$ или $V = a^3$ уколико је облика коцке
- Мерења поновити пет пута
- Израчунати средње вредност мерења
- Израчунати густину тела према формули $\rho = \frac{m_{sr}}{V_{sr}}$
- Попунити табелу

РЕЗУЛТАТИ:

Број мерења	Маса тела m [g]	Дужина ивице a [cm]	Дужина ивице b [cm]	Дужина ивице c [cm]	Средња вредност масе m_{sr} [g]	Средња вредност дужине ивице a_{sr} [cm]	Средња вредност дужине ивице b_{sr} [cm]	Средња вредност дужине ивице c_{sr} [cm]	Запремина тела V_{sr} [cm ³]	Густина тела $\rho = \frac{m_{sr}}{V_{sr}}$ [g/cm ³]
1										
2										
3										
4										
5										

- Да ли бисмо добили исту густину кутије чији су зидови и поклопац од истог материјала и димензија као и тело чију смо густину мерили? Дискутовати.
- Како зовемо густину кутије, а како густину хомогеног тела?

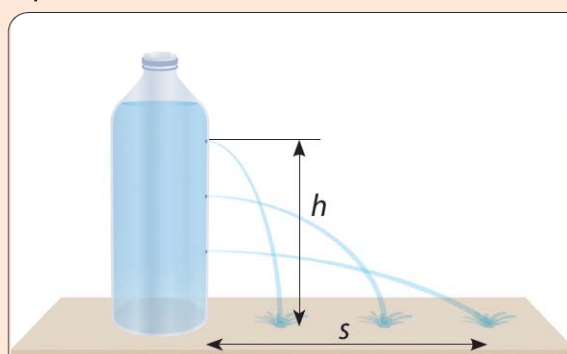


ОДРЕЂИВАЊЕ ЗАВИСНОСТИ ХИДРОСТАТИЧКОГ ПРИТИСКА ОД ДУБИНЕ ВОДЕ

ТЕОРИЈСКИ УВОД: Формула за хидростатички притисак је $p = \rho \cdot g \cdot h$. Притисак је повезан са силом преко формуле $p = \frac{F}{S}$. Што је већи притисак, већа је и сила која делује на неку површину. У областима о сили и кретању, научили смо да вредност брзине зависи од бројне вредности силе. Што је сила већа и брзина ће бити већа, а што је брзина већа, већи је пређени пут, $v = \frac{s}{t}$.



Измерити удаљености до којих досежу млазеви воде који истичу из бочних отвора флаше на различитим висинама



ПОТРЕБАН ПРИБОР:

- Пластична флаша, маказе, лепљива трака
- Лењир

ПОСТУПАК:

- Направити три бочна отвора на различитим висинама пластичне флаше. Водити рачуна да отвори буду истих величина. Измерити лењиром растојање h од површине течности до места на којима се налазе отвори
- Затворити отворе селотејпом или другом самолепљивом траком и напунити флашу водом.
- Отворити отворе истовремено
- Обележити даљине s докле стижу млазеви из различитих отвора и измерити их лењиром
- Израчунати количник даљина докле стижу млазеви и висина са које излазе, $\frac{s}{h}$
- Попунити табелу

Број отвора	Висина отвора h [cm]	Даљина млаза мерена од флаше s [cm]	Количник даљина докле стижу млазеви и висина отвора $\frac{s_i}{h_i}$ $i = 1, 2, 3$
1			
2			
3			

- Што је притисак p на бочни отвор флаше већи, биће већа и сила притиска која ту делује. Самим тим и брзина којом истиче млаз је већа, па и пређени пут, тј даљина s до које досеже млаз већа.
- Упоредити количник даљина докле стижу млазеви и висина са које излазе, $\frac{s}{h}$. Дискутовати.

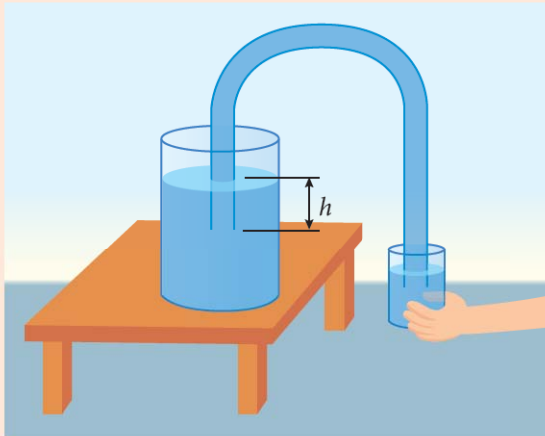
Зависност хидростатичког притиска од дубине можемо да видимо и помоћу следећег једноставног огледа



Одредити зависност хидростатичког притиска од дубине воде

ПОТРЕБАН ПРИБОР:

- већа пластична посуда у коју може да стане 5l воде
- гумено црево
- чаша
- штоперица



ПОСТУПАК:

- Заронити црево у посуду са водом.
- Померати црево до различитих дубина воде у посуду и мерити време за које је потребно напунити чашу за неколико различитих дубина.
- Попуни табелу

Дубина црева у посуду са водом мерена од површине воде $h(\text{cm})$	Време за које се напуни чаша $t(\text{s})$

- За дискусију: Како је повезана брзина истицања воде из посуде са дужином до које је потопљено црево?

Шта ће се десити када црево ставимо у равни нивоа површине воде, да ли ће вода тада истицати? Повезати са питањем 10 (страна 186).

8 РЕШЕНИЯ



ФИЗИКА КАО ПРИРОДНА НАУКА

ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

1. в); 2. в, г, д; 3. е, ж, з; 4. б, в, д; 5. б; 6. г; 7. б;
8. а) хипотеза, б) мерном јединицом, в) бројно, г) провери, д) контролисаним ђ) супстанце и фи-

зичког поља; 9. г; 10. а) 3, б) 1, в) 4, г) 5, д) 2; 11. непосредно посматрање, хипотеза, експеримент, резултат; 12. б, в, г; 13. а) Ф, б) Ф, в) С, г) С, д) С, ђ) Ф; 14. а) 3, б) 1, в) 2, г) 4; 15. °C, h, km, min, l, kg

КРЕТАЊЕ

ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

1. в), г); 2. а), г); 3. в); 4. повећава, не мења, смањује; 5. б); 6. пут, путање, време кретања, временских тренутака, референтно тело, материјална тачка, брзина, пређени пут, јединица времена 7. а) 2,3, б) 1,4, в) 1,4, г) 5,6; 8. в); 9. в) в); 10. б), г); 11. б); 12. а); 13. А а) 1, б) 3, Б а) $1,5 \frac{m}{s}$, б) $0,5 \frac{cm}{s}$; 14. А а) 6, б) 8 Б а) $0,75 \frac{m}{s}$, б) $0,25 \frac{cm}{s}$;

15. б)

16.

$t [s]$	0	1	2	3	3
$v [\frac{cm}{s}]$	4	4	4	4	4
$t [s]$	0	1	2	3	4
$s [m]$	0	4	8	12	16

17. а - 4, б - 1, в - 3, г - 5, д - 2 18. а); 19. а); 20. в).

РЕШЕЊЕ ЗАДАТАКА

1. Задатак има више решења (погледати мапу на страни 68).

РАВНОМЕРНО ПРАВОЛИНИЈСКО КРЕТАЊЕ.

2. $80 \frac{km}{h}$, 20 min, 220 km; 3. $1 \frac{m}{s}$; 4. 1200 m, 1,2 km;

5. 1 h, 15 min; 6. а) $54 \frac{km}{h}$, б) $30 \frac{m}{s}$; 7. (Растојање од слепог миша до лептира једнако је производу брзине ултразвука и половине времена од испуштања и повратка ултразвука.) 3,4 m;

Задаци од 8. до 12. су урађени и дата су решења на стр. 70-72.

13. $v_A = 2,5 \frac{m}{s}$, $v_B = 2,45 \frac{m}{s}$, $t = 40,81 s$

14. 2,72 km, 15. Време потребно да тон дође до слушаоца је 0,05 s, а до гледаоца 0,0105 s. Значи, прво ће тон чути гледаоц испред телевизора.; 16. Не може.

ПРОМЕНЉИВА КРЕТАЊА. СРЕДЊА БРЗИНА

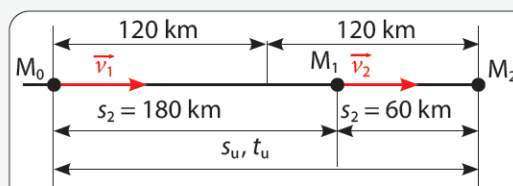
17. 35 km;

18. ● Пређени пут s_1 који је тело прешло за време t_1 износи $s_1 = v_1 \cdot t_1 = 90 \frac{km}{h} \cdot 2 h = 180 km$

● Пређени пут s_2 који је тело прешло за време t_2 износи $s_2 = v_2 \cdot t_2 = 60 \frac{km}{h} \cdot 1 h = 60 km$

● укупни пређени пут је $s_u = s_1 + s_2 = 180 km + 60 km = 240 km$

На основу ових података цртамо следећи дијаграм кретања тела:



● средња брзина на целом путу је

$$v_{sr} = \frac{s_u}{t_u} = \frac{240 km}{3h} = 80 \frac{km}{h}.$$

● На датом дијаграму видимо да се аутомобил у првој половини пута кретао равномерно праволинијски, брзином $90 \frac{km}{h}$, тако да је и средња брзина на том делу пута $v_{sr1} = 90 \frac{km}{h}$.

● На другом делу пута од 120 km, аутомобил након пређених 60 km, брзином $v_1 = 90 \frac{km}{h}$, мења брзину, па следећих 60 km прелази брзином

$$v_2 = 60 \frac{km}{h}. \text{ Тај први део пута прелази за време } t_{12} = \frac{60 km}{90 \frac{km}{h}} = \frac{2}{3} h.$$

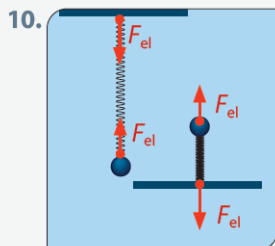
Укупно време које је провео на другом делу пута је $t_{2u} = t_{12} + t_2 = \frac{2}{3} h + 1h = \frac{5}{3} h$, тако да је средња брзина на том делу пута једнака $v_{sr2} = \frac{s_{2u}}{t_{2u}} = \frac{120 km}{\frac{5}{3} h} = 72 \frac{km}{h}.$

19. а) $0,8 \frac{m}{s}$; б) $0,67 \frac{m}{s}$; в) $1 \frac{m}{s}$; 20. Средња брзина је $6 \frac{km}{h}$. 21. Прво ће проћи камион. Прећи ће мост 7,25 s пре воза. 22. За 4 минуте.

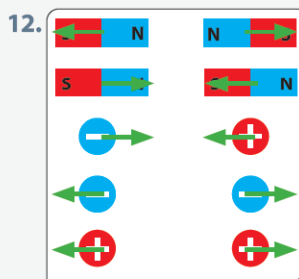
СИЛА

ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

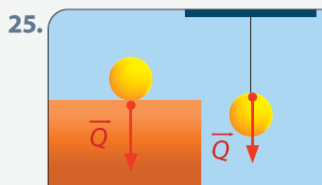
1. а), б); 2. а), в); 3. б), в); 4. б), г); 5. а); 6. б), г);
7. а) 5, б) 3, в) 6, г) 1, д) 2, ђ) 4; 8. а), д); 9. 500;
0,8; 1; 30.000



11. в);



13. Е, П, Е, П, Е; 14. а) 4, б) 2, в) 3, г) 1; 15. 3; 2; 1,5;
16. в); 17. г); 18. в); 19. а) 2, б) 3, в) 1, г) - 4;
20. а) 3, б) 1, в) 2, г) 4; 21. 4; 22. а) 3, б) 2, в) 4,
г) 1; 23. а) 2,3; б) 1; в) 4,6; г) 5; д) 4,6; 24. а) F, N,
б) Q, N, в) x, см г) мерни инструмент



26. г); 27. 7,5 N; 28. 5 cm; 29. 23 cm, 8 cm;
30. а) 2, б) 3, в) 1, г) 4.

МЕРЕЊЕ

ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

1. а) Да, б) не, в) да, г) не, д) да; 2. а) 4, б) 1, в)
5, г) 2, д) 3; 3. а) 4, б) 1, в) 5, г) 2, д) 3; 4. б, г, ђ, е;
5. б, в, г, ђ; 6. б, г, д; 7. в); 8. б); 9. г); 10. б); 11.
б); 12. в); 13. г); 14. а); 15. г); 16. б); 17. б, в);
18. б, в; 19. а) 3, в) 1, г) 4

РЕШЕЊЕ ЗАДАТАКА

МЕРЕЊЕ ПОВРШИНЕ И ЗАПРЕМИНЕ

1. Површину правоугаоника рачунамо преко
формуле $S = a \cdot b$, па је $b = \frac{S}{a}$

$$a = 70 \text{ mm} = 7 \text{ cm}, b = \frac{42 \text{ cm}^2}{7 \text{ cm}}$$

$$b = 6 \text{ cm}$$

2. $V = a \cdot b \cdot c = 4 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 16 \text{ m}^3$,
 $V_{\text{kocke}} = 1 \text{ m}^3, n \cdot V_{\text{kocke}} = 12 \cdot 1 \text{ m}^3 = 12 \text{ m}^3$

$$V_{\text{kvadra}} = V - V_{\text{kocke}} = 4 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{kvadra}} = a_{12} \cdot b_1 \cdot c_1, a_{12} = \frac{V_{\text{kvadra}}}{b_1 \cdot c_1} = \frac{4 \text{ m}^3}{4 \text{ m}^2} = 4 \text{ m},$$

где је a_{12} укупна дужина оба квадра.

$$a_1 = \frac{a_{12}}{2} = 2 \text{ m}.$$

3. $S = n \cdot S_1$ где је S_1 површина једног црепа.
 $S_1 = \frac{S}{n} = \frac{4400 \text{ cm}^2}{11} = 400 \text{ cm}^2$

Пре испадања црепа било их је 12, па је повр-
шина стране крова пре испадања црепа

$$Su = 12 \cdot S_1 = 12 \cdot 400 \text{ cm}^2$$

$$S_u = 4800 \text{ cm}^2 = 0,48 \text{ m}^2$$

4. $V = a^3 = a \cdot a \cdot a, V = 8 \text{ cm}^3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$, па је
 $2 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} = 8 \text{ cm}^3$, дакле $a = 2 \text{ cm}$

$$S = 6 \cdot a^2, S = 6 \cdot (2 \text{ cm})^2 S = 24 \text{ cm}^2$$

5. $V = a \cdot b \cdot c, c = \frac{V}{a \cdot b}, c = 40 \text{ m}$

$$S = 2 \cdot (a \cdot b + b \cdot c + a \cdot c) = 412 \text{ m}^2$$

6. Површину рама ћемо добити сабирањем по-
вршина његових страница: S_1 – страница рама
која прилеже на зид, S_2 – унутрашње ивице
рама којих има четири, S_3 – предњи део рама
где је остављен простор за слику. Ову површи-
ну рачунамо одузимањем површине празног
простора за слику (S_u) од спољашње површине
рама, када би цео био испуњен.



$$S_1 = a \cdot b, S_2 = 2 \cdot (b \cdot c + a \cdot c),$$

$$S_3 = 2 \cdot (b_1 \cdot c + a_1 \cdot c),$$

$$S_3 = S_u - S_u = a \cdot b - a_1 \cdot b_1$$

$$S = a \cdot b + 2 \cdot (b \cdot c + a \cdot c) + 2 \cdot (b_1 \cdot c + a_1 \cdot c)$$

$$+ a \cdot b - a_1 \cdot b_1 = 3032 \text{ cm}^2$$

7. Запремину преосталог тела, када је из веће коцке извучена мања, добијамо као разлику запремина веће и мање коцке. $V = V_v - V_m$, где је $V_v = a^3$ и $V_m = a_1^3$
 $V = a^3 - a_1^3 = 56 \text{ m}^3$

8. Запремина потопљене коцке је
 $V = V_2 - V_1 = 125 \text{ cm}^3$
 $V = a^3$ ($125 = 5 \cdot 5 \cdot 5$) $a = 5 \text{ cm}$

СРЕДЊА ВРЕДНОСТ И ГРЕШКЕ МЕРЕЊА.

9. $m = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}{4}$, $m = 20,275 \text{ cm}$

10. $l_1 = 30,1 \text{ cm}$; $l_2 = 30,3 \text{ cm}$; $l_3 = 30,2 \text{ cm}$;
 $l_4 = 30,5 \text{ cm}$

a) $l_{sr} = (l_1 + l_2 + l_3 + l_4)/4 = 30,275 \text{ cm}$

б) $\Delta l_1 = |l_1 - l_{sr}| = 0,175 \text{ cm}$

$\Delta l_2 = |l_2 - l_{sr}| = 0,025 \text{ cm}$

$\Delta l_3 = |l_3 - l_{sr}| = 0,075 \text{ cm}$

$\Delta l_4 = |l_4 - l_{sr}| = 0,225 \text{ cm}$

в) апсолутна грешка мерења је највећа од грешки појединачних мерења. Заокружује се на већу вредност тако да има само једну цифру различиту од нуле.

$\Delta l = \Delta l_4 = 0,225 \text{ cm}$ после заокруживања

$\Delta l = 0,3 \text{ cm}$.

Резултат мерења представљамо као

$l = (l_{sr} \pm \Delta l) \text{ cm}$, при чему се средња вредност заокружи на онолико децимала колико је има апсолутна грешка, па је $l_{sr} = 30,3 \text{ cm}$

$l = (30,3 \pm 0,3) \text{ cm}$.

МЕРИЛА И МЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ.

11. а) 300 ml, 20 ml, 700 ml, 50 ml,

б) 10 ml, 1 ml, 10 ml, 1 ml.

12. А) 2, Б) 1, В) 0,5. 13. 15,9 cm.

14. -20; 6; 25; 38

МАСА И ГУСТИНА

ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

1. а) 3, б) 1, в) 2, г) 4 2. а) 2, б) 1, в) 4, г) 3 3. в), г), ђ) 4. а) 2, б) 1 5. в) 6. в) 7. г) објашњење:

$$\rho_{sr} = \frac{m_1 + m_2}{V}, m_1 = \rho_1 \cdot \frac{V}{2}, m_2 =$$

$$\rho_2 \cdot \frac{V}{2}, m_1 + m_2 = \frac{V}{2} \cdot (\rho_1 + \rho_2).$$

8. в), а), а), б) 9. в) 10. в) 11. б) 12. в) 13. б)

14. в) 15. б), в), д), 16. а) 2, б) 3, в) 1, г) 4

17. а) 3, б) 2, в) 4, г) 1 18. а) 2, б) 4, в) 6, г) 7

19. в), д) 20. в), д), з)

РЕШЕЊЕ ЗАДАТАКА

1. Тежину тела које стоји на хоризонталној подлози рачунамо помоћу формуле $Q = m \cdot G$.

Добијамо $Q = 70 \text{ kg} \cdot 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, $Q = 263,9 \text{ N}$.

2. $Q_1 = m \cdot G_1$, $Q_2 = m \cdot G_2$

$$Q_2 - Q_1 = m \cdot G_2 - m \cdot G_1$$

$$Q_2 - Q_1 = m \cdot (G_2 - G_1)$$

$$Q_2 - Q_1 = 45 \text{ kg} \cdot (3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 3,59 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

$$Q_2 - Q_1 = 8,1 \text{ N}$$

3. $Q_1 = m_1 \cdot G_1$, $Q_2 = m_2 \cdot G_2$

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1 \cdot G_1 = m_2 \cdot G_2$$

$$m_1 = \frac{m_2 \cdot G_2}{G_1}$$

$$m_1 = \frac{45 \text{ kg} \cdot 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{3,59 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}$$

$$m_1 = 47,3 \text{ kg}$$

ГУСТИНА ЧВРСТОГ ТЕЛА ПРАВИЛНОГ ОБЛИКА

4. На основу формуле за густину тела $\rho = \frac{m}{V}$ имамо да је $m = \rho \cdot V$

$$\rho = 2,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2,6 \cdot \frac{1000 \text{ 000 kg}}{1000 \text{ m}^3}$$

$$\rho = 2600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = 0,1 \text{ dm}^3 = 0,1 \cdot \frac{1}{1000} \text{ m}^3$$

$$V = 0,0001 \text{ m}^3$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = 2600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,0001 \text{ m}^3$$

$$m = 0,26 \text{ kg}$$

5. На основу формуле за густину тела $\rho = \frac{m}{V}$ имамо да је $m = \rho \cdot V$

$$\rho = 10,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10,5 \cdot \frac{1000 \text{ 000 kg}}{1000 \text{ m}^3}$$

$$\rho = 10 \text{ 500} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = a^3$$

$$V = (10 \text{ cm})^3$$

$$V = 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \cdot \frac{1}{1000 \text{ 000}} \text{ m}^3$$

$$V = 0,001 \text{ m}^3$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = 10 \text{ 500} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,001 \text{ m}^3$$

$$m = 10,5 \text{ kg}$$

ГУСТИНА ТЕЧНОСТИ И ЧВРСТОГ ТЕЛА НЕПРАВИЛНОГ ОБЛИКА

6. $m = 92 \text{ g}$

7. Запремина камена се добија као разлика запремине течности после и пре убацивања камена у њу.

$$V = V_2 - V_1$$

Густина камена се одређује на основу формуле

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \rho = \frac{m}{V_2 - V_1}$$

$$\rho = \frac{210 \text{ g}}{300 \text{ cm}^3 - 200 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 2,1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

СРЕДЊА ГУСТИНА ТЕЛА

$$8. \rho_{sr} = \frac{m_u}{V_u}$$

$$m_u = m_1 + m_2, m_1 = \rho_1 \cdot V_1, m_2 = \rho_2 \cdot V_2$$

$$\rho_1 = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3},$$

$$\rho_2 = 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m_1 = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 100 \text{ cm}^3 = 270 \text{ g},$$

$$m_2 = 11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 200 \text{ cm}^3 = 2260 \text{ g}$$

$$m_u = 270 \text{ g} + 2260 \text{ g} = 2530 \text{ g}$$

$$V_u = V_1 + V_2 = 100 \text{ cm}^3 + 200 \text{ cm}^3 = 300 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{sr} = \frac{m_u}{V_u} = \frac{2530 \text{ g}}{300 \text{ cm}^3} = 8,43 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

9. Са слике видимо да конструкција садржи 8 дрвених и 8 алуминијумских коцки. Маса дрвене коцке је $m_1 = \rho_1 \cdot V_1 = 750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1 \text{ dm}^3 =$

$$750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,001 \text{ m}^3 = 0,75 \text{ kg. Слично, маса алуминијумске коцке је } m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 2,7 \text{ kg. Укупна маса је } m_u = 8 \cdot m_1 + 8 \cdot m_2 = 27,6 \text{ kg. Укупна запремина је } V_u = 8 \cdot V_1 + 8 \cdot V_2 = 0,016 \text{ m}^3.$$

$$\rho_{sr} = \frac{m_u}{V_u} = \frac{27,6 \text{ kg}}{0,016 \text{ m}^3} = 1725 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

10. Пошто је $\frac{3}{4}$ укупне запремине тела направљено од олова, значи да је $\frac{1}{4}$ укупне запремине тела направљено од гвожђа.

$$m_1 = \frac{3}{4} \cdot V_u \cdot \rho_1, m_2 = \frac{1}{4} \cdot V_u \cdot \rho_2$$

$$\frac{3}{4} \cdot V_u = \frac{m_1}{\rho_1}, V_u = \frac{4}{3} \cdot \frac{m_1}{\rho_1}$$

$$m_2 = \frac{1}{4} \cdot V_u \cdot \rho_2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{m_1}{\rho_1} \cdot \rho_2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{m_1}{\rho_1} \cdot \rho_2$$

$$m_2 = 0,99 \text{ kg}$$

Средњу густину рачунамо према формули

$$\rho_{sr} = \frac{m_u}{V_u}$$

$$\rho_{sr} = \frac{m_1 + m_2}{V_u}$$

$$= \frac{\frac{4}{3} \cdot \frac{m_1}{\rho_1}}{V_u}$$

$$\rho_{sr} = \frac{4,24 \text{ kg} + 0,99 \text{ kg}}{\frac{4}{3} \cdot \frac{4,24 \text{ kg}}{11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

$$= \frac{5,23 \text{ kg}}{1,17 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{sr} = 10460 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

$$11. m_1 = \frac{3}{4} \cdot V_u \cdot \rho_1, m_2 = \frac{1}{4} \cdot V_u \cdot \rho_2$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{3}{4} \cdot V_u \cdot \rho_1}{\frac{1}{4} \cdot V_u \cdot \rho_2} = \frac{3 \cdot V_u \cdot \rho_1}{1 \cdot V_u \cdot \rho_2} = \frac{3 \cdot V_u \cdot \rho_1 \cdot 4}{1 \cdot V_u \cdot \rho_2 \cdot 4}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{3 \cdot \rho_1}{\rho_2}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{3 \cdot 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = 4,29.$$

$$12. m_1 = \frac{2}{3} \cdot V_u \cdot \rho_1, m_2 = \frac{1}{3} \cdot V_u \cdot \rho_2$$

$$\rho_{sr} = \frac{m_u}{V_u}$$

$$m_u = m_1 + m_2$$

$$m_u = \frac{2}{3} \cdot V_u \cdot \rho_1 + \frac{1}{3} \cdot V_u \cdot \rho_2$$

$$m_u = \frac{1}{3} \cdot V_u (2 \cdot \rho_1 + \rho_2) = \frac{V_u (2 \cdot \rho_1 + \rho_2)}{3}$$

$$\rho_{sr} = \frac{V_u (2 \cdot \rho_1 + \rho_2)}{3 \cdot V_u} = \frac{V_u (2 \cdot \rho_1 + \rho_2)}{3 \cdot V_u}$$

$$\rho_{sr} = \frac{V_u (2 \cdot \rho_1 + \rho_2)}{3 \cdot V_u} = \frac{V_u (2 \cdot \rho_1 + \rho_2)}{3 \cdot V_u}$$

$$\rho_{sr} = \frac{V_u (2 \cdot \rho_1 + \rho_2)}{3 \cdot V_u}$$

$$\rho_{sr} = \frac{(2 \cdot \rho_1 + \rho_2)}{3}$$

$$\rho_{sr} = \frac{\left(2 \cdot 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} + 7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{3}$$

$$\rho_{sr} = 10166,67 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

КОМБИНОВАНИ ЗАДАЦИ: ТЕЖИНА, МАСА, ГУСТИНА, ЗАПРЕМИНА

$$13. Q = m \cdot G, m = \rho \cdot V$$

$$Q = \rho \cdot V \cdot G$$

$$V = 2 \text{ dm}^3 = 0,002 \text{ m}^3$$

$$Q = 11300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,002 \text{ m}^3 \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$Q = 226 \text{ N.}$$

$$14. Q_1 = m_1 \cdot G, Q_2 = m_2 \cdot G$$

$$m_1 = \rho_1 \cdot V, m_2 = \rho_2 \cdot V$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1 \cdot G}{m_2 \cdot G} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho_1 \cdot V}{\rho_2 \cdot V}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{0,92 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 0,92.$$

$$15. Q = 176 \text{ N.}$$

$$16. Q_1 = Q_2$$

$$\rho_1 \cdot V_1 \cdot G = \rho_2 \cdot V_2 \cdot G$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_2}{1,838 \cdot V_2}$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = 0,544.$$

17. Запремина истиснуте воде због убацивања чврстог тела у њу се рачуна према формули $V = V_2 - V_1$, где је V_1 запремина воде пре убацивања тела, а V_2 запремина воде после убацивања тела.

Масу истиснуте воде рачунамо према формули $m = \rho \cdot V$

$$m = \rho \cdot (V_2 - V_1)$$

$$V_1 = 300 \text{ cm}^3 = \frac{300}{1000000} \text{ m}^3 = 0,0003 \text{ m}^3,$$

$$V_2 = 500 \text{ cm}^3 = \frac{500}{1000000} \text{ m}^3 = 0,0005 \text{ m}^3$$

$$m = \rho \cdot (V_2 - V_1) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (0,0005 \text{ m}^3 - 0,0003 \text{ m}^3)$$

$$m = 0,2 \text{ kg}.$$

ПРИТИСАК

ПРОВЕРИ ЗНАЊЕ

1. б), г); 2. б), г); 3. в), ђ); 4. б); 5. в); 6. а), г), ђ), е), в); 7. б), в); 8. в), г); 9. г); 10. в); 11. б), в); 12. в); 13. в); 14. б); 15. б), в); 16. г).

РЕШЕЊЕ ЗАДАТАКА

ПРИТИСАК ЧВРСТОГ ТЕЛА

1. Полазећи од $p = \frac{F}{S}$ имамо $F = p \cdot S$

Површина једног длана је $S_1 = 100 \text{ cm}^2$ па је површина оба длана $S = 2 \cdot S_1$,

$$S = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$p = 50 \text{ kPa} = 50000 \text{ Pa}$$

$$F = p \cdot S = 50000 \text{ Pa} \cdot 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = 1000 \text{ N} = 1 \text{ kN}.$$

$$2. Q_1 = m \cdot G_1, m = \frac{Q_1}{G_1}$$

$$p_2 = \frac{Q_2}{S_2}$$

$$p_2 = \frac{m \cdot G_2}{S_2}, p_2 = \frac{Q_1 \cdot G_2}{G_1 \cdot S_2}$$

$$p_2 = \frac{700 \text{ N} \cdot 3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 2 \text{ m}^2} = 134,5 \text{ Pa}.$$

$$3. \frac{p_1}{p_2} = \frac{\frac{Q_1}{S}}{\frac{Q_2}{S}} = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m \cdot G_1}{m \cdot G_2} = \frac{G_1}{G_2}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{3,77 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 2,6.$$

4. На основу формуле за притисак $p = \frac{Q}{S}$, за

тежину тела $Q = m \cdot G$, и за густину тела $\rho = \frac{m}{V}$

имамо да је $m = \rho \cdot V$, $Q = \rho \cdot V \cdot G$ и $p = \frac{\rho \cdot V \cdot G}{S}$

Запремина тела је $V = a \cdot b \cdot c$. $a = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$,
 $b = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$.

Додирна површина у првом случају је $S_1 = b \cdot c$,

а у другом случају $S_2 = b \cdot a$

$$p_1 = \frac{Q}{S_1} = \frac{\rho \cdot V \cdot G}{S_1} = \frac{\rho \cdot V \cdot G}{S_1} = \frac{\rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot G}{b \cdot c} = \rho \cdot a \cdot G$$

$$p_2 = \frac{Q}{S_2} = \frac{\rho \cdot V \cdot G}{S_2} = \frac{\rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot G}{b \cdot a} = \rho \cdot c \cdot G$$

$$p_1 - p_2 = \rho \cdot a \cdot G - \rho \cdot c \cdot G = \rho \cdot (a - c) \cdot G$$

$$p_1 - p_2 = \rho \cdot (a - c) \cdot G =$$

$$2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (0,06 \text{ m} - 0,03 \text{ m}) \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$p_1 - p_2 = 810 \text{ Pa}.$$

$$5. p_1 = \frac{Q_1}{S}, p_2 = \frac{Q_2}{S}, Q_1 = \rho_1 \cdot V \cdot G, Q_2 = \rho_2 \cdot V \cdot G$$

$$p_1 = \frac{\rho_1 \cdot V \cdot G}{S}, S = \frac{\rho_1 \cdot V \cdot G}{p_1} =$$

$$\frac{7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2 \text{ m}^3 \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{8000 \text{ Pa}} = 19,75 \text{ m}^2$$

$$\left[\frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{\text{Pa}} = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{\frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = \text{m}^2 \right]$$

$$p_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{S} = \frac{\rho_1 \cdot V \cdot G + \rho_2 \cdot V \cdot G}{S} = \frac{(\rho_1 + \rho_2) V \cdot G}{S}$$

$$= 10735,2 \text{ Pa} = 10,7 \text{ kPa}.$$

$$6. p_1 = \frac{Q}{S_1}, p_2 = \frac{Q}{S_2}$$

А) Пошто је Марков притисак на подлогу већи, а површина је у имениоцу формуле за прити-

сак, закључујемо да његове ципеле имају мању површину. Лазар носи већи број ципела.

Б) Из $p_1 = \frac{Q}{S_1}$ добијамо $Q = p_1 \cdot S_1$. Убацивањем у другу једначину $p_2 = \frac{Q}{S_2}$ добијамо $p_2 = \frac{p_1 \cdot S_1}{S_2}$.

$$\text{Одавде је } S_2 = \frac{p_1 \cdot S_1}{p_2} = \frac{30 \text{ kPa} \cdot S_1}{20 \text{ kPa}}$$

$$S_2 = 1,5 \cdot S_1.$$

7. У првом случају укупна површина којом се девојка ослања о подлогу је $2 \cdot S_1 + S_2$ где су S_1 и S_2 површине длана и прстију на ногама, док је у другом $2 \cdot S_1 + 2 \cdot S_2$.

$$p_1 = \frac{F}{2 \cdot S_1 + S_2}, p_2 = \frac{F}{2 \cdot S_1 + S_2}, S_2 = \frac{1}{3} \cdot S_1 \text{ па је}$$

$$S_1 = 3 \cdot S_2$$

$$p_1 = \frac{F}{7S_1}, p_2 = \frac{F}{8S_1}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\frac{F}{7S_1}}{\frac{F}{8S_1}} = \frac{F \cdot 8S_1}{F \cdot 7S_1} = \frac{8}{7}$$

$$p_1 = \frac{8}{7} \cdot p_2.$$

ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК

8. Полазећи од формуле за хидростатички притисак $p = \rho \cdot G \cdot h$ и знајући да је хидростатички притисак једне исте течности на истој хоризонтали једнак у свакој тачки, добијамо $p_A = p_B = \rho \cdot G \cdot h_1 = 15000 \text{ Pa} = 15 \text{ kPa}$.

$$p_C = p_D = \rho \cdot G \cdot h_2 = 45000 \text{ Pa} = 45 \text{ kPa}.$$

9. Полазећи од формуле за хидростатички притисак $p = \rho \cdot G \cdot h$ и знајући да је хидростатички притисак једне исте течности на истој хоризонтали једнак у свакој тачки, добијамо $p_A = \rho \cdot G \cdot h_1 = 20000 \text{ Pa} = 20 \text{ kPa}$.

$$p_D = \rho \cdot G \cdot h_1 = 50000 \text{ Pa} = 50 \text{ kPa}.$$

$$p_D - p_A = 30 \text{ kPa}.$$

$$10. 3,3 \text{ kPa}.$$

КОМБИНОВАНИ ЗАДАЦИ: АТМОСФЕРСКИ И ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК

$$11. p_1 = p_a + \rho \cdot G \cdot h_1, p_2 = \rho \cdot G \cdot h_2$$

$$p_1 - p_2 = p_a + \rho \cdot G \cdot (h_1 - h_2) = 97666,67 \text{ Pa}.$$

12. Притисци на дну судова са обе стране су једнаки.

$$p_1 = p_2$$

$$p_1 = p_a + \rho \cdot G \cdot h_1, p_2 = p + \rho \cdot G \cdot h_2$$

$$p_a + \rho \cdot G \cdot h_1 = p + \rho \cdot G \cdot h_2$$

$$p = p_a + \rho \cdot G \cdot (h_1 - h_2)$$

$$p = 104000 \text{ Pa} = 104 \text{ kPa}.$$

13. Притисци на дну судова са обе стране су једнаки.

$$p_1 - p_4 = \rho \cdot G \cdot (h_1 - h_4)$$

$$p_4 = p_1 - \rho \cdot G \cdot (h_1 - h_4) = p_1 - \rho \cdot G \cdot 3 \cdot h$$

$$p_4 = 315000 \text{ Pa} = 315 \text{ kPa}.$$

ПАСКАЛОВ ЗАКОН, ХИДРАУЛИЧНА ПРЕСА

14. На основу Паскаловог закона имамо

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

$$F_2 = Q_2 = m \cdot G = 10000 \text{ N}$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{m \cdot G}{S_2}, F_1 = \frac{m \cdot G \cdot S_1}{S_2}$$

$$F_1 = 500 \text{ N}.$$

$$15. 50 \text{ kg}.$$

ПОЈМОВНИК

А

анероиди – метални инструменти за мерење атмосферског притиска који не садрже живу апсолутна грешка – највећа апсолутна вредност разлике мерене и средње вредности; заокружује се на на већу вредност, тако да само једна цифра буде различита од нуле

ар – јединица за површину тела која није јединица међународног система, ознака а

атмосфера – невидљива љуска састављена од гасова која обавија планету Земљу.

атмосферски притисак – притисак који атмосфера својом тежином врши на Земљину површину и сва тела која се на њој налазе

атоми – ситне честице од којих су сачињени сви хемијски елементи и које могу самостално да постоје

Б

бестежинско стање – стање у коме тело нема тежину (тежина је једнака нули)

брзина – физичка величина којом бројно описујемо кретање тела

брзинометар – мерни инструмент за мерење брзине

В

вакуум – простор у коме нема честица

вектори – усмерене дужи којима се графички представљају векторске физичке величине

векторске физичке величине – величине одређене интензитетом, правцем, смером и јединицом мере

временски тренутак – веома кратак (занемарљив) временски интервал

Г

гравитациона интеракција – узајамно деловање тела која имају масу

гравитациона сила – мера за гравитациону интеракцију

гравитационо поље – физичко поље које постоји око тела са великом масом, као што су планете и звезде.

график зависности – графички приказ који показује како се једна физичка величина мења у односу на другу (на пример, пут од времена)

густина тела – изведена физичка величина која описује од ког материјала је тело направљено. Рачуна се као количник масе и запремине тела.

Д

деформација – промена облика тела након интеракције са другим телом

дигитална вага – инструмент за мерење масе тела директним читавањем са екрана

динамометар – мерни инструмент за мерење силе

дијаграм кретања – илустрација кретања тела у којој сваком положају придружујемо одговарајући временски тренутак

Е

експеримент – низ пажљиво планираних поступака којима се нека физичка појава изводи у контролисаним условима, као што је лабораторија

еластичне деформације – деформације после којих се тело враћа у првобитан облик

еластичност – особина тела да се одупире деформацијама и враћа у првобитан облик

електрична интеракција – узајамно деловање наелектрисаних тела

електрична сила – мера за електричну интеракцију

електричне појаве – појаве у природи у којима учествују наелектрисани предмети који се привлаче или одбијају на даљину

електрично поље – физичко поље око наелектрисаних тела преко кога они узајамно делују

Ж

живин барометар – инструмент за мерење атмосферског притиска

З

Закон инерције (Први Њутнов закон) – тело остаје у стању мировања или равномерно праволинијског кретања све док на њега не делује неко друго тело

закон спојених судова – течност сипана у било који од судова прелази у све преостале судове док се висине у свим судовима не изједначе

И

инертност – својство тела да задржи стање мировања или кретања у коме се налази

инерција – тело остаје у стању мировања или равномерно праволинијског кретања ако на њега не делују силе

интензитет – бројна вредност неке физичке величине

интеракције – узајамна деловања између тела

К

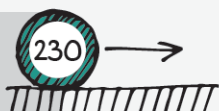
калибрација – поступак при коме се мерни инструмент усклађује са познатом вредношћу

килограм – мерна јединица за масу

километар – мерна јединица за растојање, ознака km

компас – уређај помоћу кога се оријентишемо у природи, уз помоћ магнетне игле која показује север

кретања по инерцији – кретања тела у одсуству дејства других тела на њега



М

Магдебуршки експеримент – први експеримент који је показао да је вредност атмосферског притиска висока

магнети – тела која привлаче друга магнетна тела или предмете од гвожђа, кобалта и никла

магнетизам / намагнетисаност – физичка особина тела да делују као магнети

магнетна интеракција – узајамно деловање магнета и намагнетисаних тела

магнетна сила – мера за магнетну интеракцију

магнетно поље – физичко поље око магнета преко кога они делују једни на друге

маса – мера инертности тела

материја – грађа природе. Може постојати као супстанца или као физичко поље.

материјал – чврста материја од које је изграђено тело

материјална тачка – физичко тело чије димензије занемарујемо у односу на растојање кретања

мензура – посуда која има означену скалу помоћу које можемо да читавамо запремину течности коју сипамо у њу

мерење – поступак одређивања бројне вредности неке физичке величине упоређивањем са мерном јединицом

мерила – средства помоћу којих се директним мерењем долази до бројне вредности непознате физичке величине

мерна јединица – унапред одређена вредност којом изражавамо физичке величине.

мерни инструменти – уређаји помоћу којих се индиректним мерењем долази до непознате бројне вредности физичке величине

мерни опсег – распон између минималне и максималне бројне вредности физичке величине која се може измерити мерилом или мерним инструментом

метар – мерна јединица за дужину и растојање, ознака *m*

механичке појаве – промене као што су кретање, заустављање, деформације и покретање тела

механичко кретање – промена положаја тела у односу на референтно тело

микрометарски завртањ – мерило којим се мери до тачности стотог дела милиметра

Н

наелектрисаност – особина тела да испољава електрично деловање када има вишак једне врсте наелектрисања

нападна тачка – тачка на или у телу у којој делује сила.

научна хипотеза – претпоставка која објашњава неку појаву и може се проверити експериментом

нионијус – мерило којим се мери дужина и до тачности од двадесетог дела милиметра

нормалан атмосферски притисак – средња вредност атмосферског притиска мереног на нивоу мора, на различитим географским ширинама износи 101325 Pa (паскала).

обрнута сразмерност физичких величина – однос у коме пораст једне величине доводи до смањења друге, и обрнуто.

одступање мерене вредности од средње – апсолутна вредност разлике мерене и средње вредности

отпор средине – отпор који течна или гасовита средина пружа телу које се креће кроз њу

П

парадокс – појава која на први поглед делује немогуће или нелогично, али се помоћу физичких закона показује да је могућа

паскал – мерна јединица за притисак, ознака Pa

Паскалов закон – спољашњи притисак који делује на течности и гасове у стању мировања, преноси се подједнако у свим правцима

пластичне деформације – деформације после којих тело трајно мења облик

плутање (пливање) тела – појава када тело остаје на површини течности јер је његова густина мања од густине те течности

подељак – најмање растојање између две црте на скали

положај – најкраће растојање између посматраног и референтног тела

правац кретања – права линија по којој се тело креће у датом тренутку

правилности – начини на које се догађаји редовно смењују у времену

прецизност мерења – показује колико су резултати мерења слични када се мерење понови у истим условима

пређени пут – дужина путање коју тело пређе за одређено време

природа – живи и неживи свет који нас окружује

притисак чврстог тела – количник интензитета силе којом тело делује нормално на подлогу и површине на коју делује

променљиво кретање – кретање при коме тело прелази различите путеве за једнаке временске интервале

путања – линија којом се тело креће. Може бити праволинијска или криволинијска.

Р

равномерно кретање – кретање при коме тело прелази једнаке путеве за једнаке временске интервале.

резултанта (резултујућа сила) – збир више сила које делују на тело, представљена као једна сила

релативна грешка – количник апсолутне грешке и средње вредности

релативност кретања – особина по којој кретање или мировање тела зависи од избора референтног тела.

референтно тело – тело у односу на које одређујемо положај и кретање других тела.

С

секунда – основна јединица за време, ознака s.

сила – векторска физичка величина која је мера за интеракцију међу телима

сила еластичности – мера за отпор који тело пружа деформацијама

сила Земљине теже (сила теже) – сила којом Земља привлачи сва тела

сила трења клизања – отпор који настаје када се тело клизи по подлози

сила трења котрљања – отпор који настаје када се тело котрља по подлози

сила трења мировања – отпор који спречава покретање тела по подлози

силе трења – мере отпора између тела у додиру при покретању или кретању

систем спојених судова – спојени отворени судови различитог облика.

скаларна физичка величина – величина одређена само бројем и мерном јединицом

ске – низови црта, већих и мањих, које се налазе на једнаким растојањима.

случајне грешке мерења – резултат ефеката које не можемо контролисати

сразмерност физичких величина – однос у коме пораст једне величине доводи до пораста друге, и обрнуто

средња брзина – количник пређеног пута и времена кретања. Скаларна величина која описује променљиво кретање.

средња вредност – збир мерених вредности подељен са бројем мерења

средња густина тела – густина тела које је састављено од различитих материјала

супстанција – облик постојања материје који има своја специфична својства

Т

тачност мерила или мерног инструмента – најмања бројна вредност која се може измерити мерилом или мерним инструментом.

тежина тела – сила којом тело притиска подлогу или затеже нит на којој је обешено

тежиште – нападна тачка силе теже у телу

тело неправилног облика – тело чију запремину не можемо да рачунамо помоћу формуле

теразије – инструмент за мерење масе тела, састављен од два таса; на један стављамо тело, а на други тегове за изједначавање

термометар – мерни инструмент за мерење температуре тела, просторије или спољашње средине

топломер – мерни инструмент за мерење телесне температуре

Торичелијев оглед – експеримент који је измерио вредност атмосферског притиска на нивоу мора

тоњење тела – појава да тело тоне ако је његова густина већа од густине течности у којој се налази

тренутна брзина – брзина коју тело има у одређеном тренутку. Векторска физичка величина

трење – отпор подлоге који делује при покретању или кретању тела

Ф

физика – природна наука која проучава појаве у природи, начин на који се одвијају и законе који их описују

физичка тела – предмети и жива бића која учествују у физичким појавама

физичке величине – појмови којима бројем и мерном јединицом описујемо особине тела и појава

физички закон – правило које описује како се нешто дешава у природи; може бити исказан речима или формулом

физичко поље – невидљива област око тела преко које оно делује на друга тела

Х

хектар – јединица за површину тела која није јединица међународног система, ознака ha

хидраулична преса – два спојена цилиндрична суда са клиповима различитих површина; сила на једном клипу и сила на другом су у односу као површине тих клипова

хидростатички парадокс – појава да течности различитих маса, наливене у судове различитих облика до исте висине, врше исти притисак на дно судова

хидростатички притисак – притисак мирне течности на неку површину на одређеној дубини, мерено од површине течности; зависи од густине течности, дубине и јачине гравитационог поља; делује у свим правцима

хипотеза – научна претпоставка која се може проверити мерењем или експериментом

Ч

час – мерна јединица за време, ознака h

часовник – мерни инструмент којим меримо време

Ш

штоперица – инструмент за мерење времена

Њ

њутн – мерна јединица за силу, ознака N.