

МИЛАН О. РАСПОПОВИЋ

ФИЗИКА

СА ЗБИРКОМ ЗАДАТАКА,
ЛАБОРАТОРИЈСКИМ ВЕЖБАМА
И ТЕСТОВИМА

ЗА ШЕСТИ РАЗРЕД ОСНОВНЕ ШКОЛЕ



Завод за уџбенике • Београд

Рецензенти

Проф. др Драгомир Крпић, Физички факултет, Београд
Јовица Милисављевић, професор физике, Математичка гимназија, Београд
Ненад Головић, професор физике, ОШ „Милош Црњански“, Београд

Уредник

Татјана Бобић

Одговорни уредник

Слободанка Ружичић

Главни уредник

Драгољуб Којчић

За издавача

Драгољуб Којчић, директор

Министар просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије одобрио је издавање и употребу овог уџбеника у 6. разреду основне школе решењем број 650-02-000351/2018-07 од 13.12.2018. године.

ISBN 978-86-17-20149-2

© ЗАВОД ЗА УЏБЕНИКЕ, Београд (2019)

Ово дело се не сме умножавати, фотокопирати и на било који други начин репродуктовати, ни у целини ни у деловима, без писменог одобрења издавача.

Предговор

Са наставом физике сусрећете се први пут у VI разреду основне школе. Али, то не значи да је вама физика сасвим нова наука. Неке основне физичке појмове и појаве имали сте прилику да упознate у току изучавања наставних предмета: **свет око нас и природа и друштво**.

Одређене представе о спољашњем свету имали сте и пре поласка у школу. На основу сопственог искуства, већ тада сте могли закључити да сва тела услед Земљиног „привлачења“ (наравно, ако нису спречена) падају на њену површину (јесење лишће, јабука са гране дрвета, гумица за брисање испуштена из руке, кликер итд). Могли сте, такође, утврдити да се магнети узајамно привлаче или одбијају, да сви магнети привлаче гвоздене ситне предмете (опиљке), да без електричне струје не може да светли сијалица...

О свим тим и многим другим појавама, њиховим законима, као и о примени ради побољшавања услова живота, сазнаћете више изучавајући физику.

Поред наставника, уџбеник је драгоцен извор знања.

Настава физике садржи три основна дела: **теоријску обраду градива, решавање задатака** у којима се теоријски садржаји повезују и конкретизују до нивоа примене у техничке и практичне сврхе, **огледе и лабораторијске вежбе** у којима се стечено знање потврђује (верификује).

Сва три елемента чине јединствену целину. Запостављање било којег од њих озбиљно нарушава квалитет наставе физике.

Наставу физике досада су пратиле две обавезне књиге: уџбеник и одговарајућа збирка задатака са лабораторијским вежбама. У првој су изложени теоријски садржаји са демонстрационим огледима, а у другој су обрађени задаци и лабораторијске вежбе. Наставно градиво обрађено у двема књигама, не значи да је оно подељено на два независна мање или више важна дела. Напротив, садржаји једне и друге књиге су тесно повезани, међусобно се прожимају и чине јединствени (сложени) наставни процес. Овде, dakле, није проблем у постојању две књиге, већ у томе што поједини наставници те две књиге деле по степену важности. Има наставника који фаворизују теоријска предавања, други израду задатака и експеримент. Нису ретки ни наставници који потискују лабораторијске вежбе у други план, организују их одвојено од наставе, обично при kraју полуодиша или на kraју школске године. Такви приступи негативно се рефлектују на квалитет наставе. Уз то, код ученика, посебно оних који први пут изучавају физику, може се формирати погрешна представа да постоје различите физике: једна се слуша у учионици на теоријским предавањима, друга се упознаје у лабораторији.

Пред вама је уџбеник написан у складу са новим наставним планом и програмом. У њему су обрађени сви елементи наставе: теоријски садржаји са демонстрационим огледима, огледи у којима су заступљена мерења, квалитативни и квантитативни задаци, лабораторијске вежбе и тестови за проверу, вредновање (само) оцењивање знања. Уместо две, сада се, dakле, ученицима нуди само једна књига, као основни уџбеник.

То је нарочито важно, у почетној години изучавања физике. Сматрамо, да ће то допринети правилнијем схваташу наставе физике, њеном растерећењу, рационализацији, и превазилажењу разних дилема и недоумица које су до сада оптерећивале ученике, па и неке наставнике.

У уџбенику су обрађене тематске целине:

Увод

Кретање

Сила

Мерење

Маса и густина

Притисак

На почетку сваке тематске целине, на основу одабраних примера, углавном из свакодневног живота, поступно су уведени појмови и величине. На бази резултата огледа долази се до дефиниција и међусобне повезаности. Везе међу величинама, односно физички закони проверавају се помоћу огледа у којима се мере вредности величина. Експериментални рад ученика у свакој тематској целини завршава се лабораторијском вежбом (вежбама), којом се верификује претходно стечено теоријско знање.

Целокупни текст се употребљава, односно конкретизује и повезује са квалитативним задацима (задаци – питања) и квантитативним (рачунским) задацима.

На крају тематске целине налази се тест за проверу и (само) оцењивање знања ученика. Тест знања односи се на претходно проучавану тематску целину.

Настојали смо да уџбеник буде пријатељски отворен према ученику, пре свега, да ученик научи да учи, да његово знање буде активно, да га може користити у стицању нових сазнања и применити у решавању практичних проблема.

Autor



ПОРУКЕ

- Велика је преграсуда да је физика баук; она је веома занимљива наука, само ако знамо да је учимо.
- Болје је дес градива разумеши него целину нейоштуну схвашиши.
- У наставном процесу ученик треба да буде више активни учесник (савоворник) него пасивни слушалац.
- Циљ учења није само знање него и освојавање за стицање нових знања.
- Данашња физика „рађа“ суштрашију технику.
- Познани мислилац древне Грчке, Демокрит (460 – 370 пре нове ере), говорио је:
„Више бих волео да откријем закон природе него да постанем краљ Персије“.

УПОТРЕБА ТЕСТОВА

Коришћење тестова за проверавање и (само)оцењивање учениковог знања не искључује остале методе: усмено испитивање, контролне вежбе, експериментални рад, утврђивање способности и вештине коришћења разних мерних уређаја, апарати и других техничких представа... Али чињеница је, да тестови постају све актуелнији. Основне предности тестова су: поуздана и објективна оцена квантитета и квалитета знања, ученик стиче јасну представу о свом знању, оцена потпуно задовољава своју информациону и мотивациону улогу, подстиче више на размишљање него на памћење и омогућује усаглашавање критеријума оцењивања. Тестови се употребом компјутера брзо прегледају, што знатно рационализује наставни процес.

Тестови у уџбенику садрже задатке – питања у различитим облицима.

а) Задатке – питања са понуђеним одговорима. Само један одговор је тачан. Ученик заокружује један од понуђених одговора. У случају да ученик не зна да реши задатак, или тачно да одговори на питање, он заокружује слово н (не знам). За погрешан одговор добија се један негативан поен (-1). Заокруживањем више од једног или незаокруживањем ниједног одговора даје се такође један негативан поен (-1).

б) У тексту задатка – питања могу да недостају неке речи које ученик уноси на предвиђена места.

Колико се унесе нетачних речи (исказа), толико се негативних поена добија.

в) Постоје задаци којима се упоређују вредности физичких величина изражене у различитим мерним јединицама. У празан кружић уписују се знакови: веће (>), мање (<) и једнако (=).

За сваки погрешно уписан знак добија се пола негативног поена $\left(-\frac{1}{2}\right)$.

г) Наћи ћете и задатак – питање у којем се тражи прелазак од табеларних података на графикон и обратно.

За погрешно решење добија се један негативан поен (– 1).

Код сваког задатка – питања у „кућици“ је уписан број поена.

Од укупног броја позитивних поена одузима се сума негативних поена.

Максималан број поена у сваком тесту знања је 100.

Време за решавање теста је 90 минута (два везана наставна часа).

На основу укупног броја позитивних поена, користећи приложену табелу, добија се оцена теста.

Број поена	Оцена
0 – 20	1
21 – 40	2
41 – 60	3
61 – 80	4
81–100	5

За већину задатака – питања постоје решења или одговори, али због посебног задовољства, подстицања мисаоне активности и стицања самопоуздања, најпре сами покушајте да дођете до решења (одговора), а затим га упоредите са понуђеним резултатом. У припремама треба мерити и време за које сте способни да урадите поједине тестове.

УВОДНИ ДЕО ФИЗИКА – ПРИРОДНА НАУКА

Шта све чини природу? Одговор није једноставан. Проучавајући физику и друге природне науке (хемију, биологију, астрономију итд) потпуније ћемо упознati природу. Природу чине:

- **небеска тела** (звезде, Сунце, Месец, наша планета....)
- **живи свет** (биљке, животиње, прости организми....)
- **неживи свет** (вода, ваздух, земља, стene, минерали....).



Природа: звезде, Земља, планине, човек

Једна од основних наука о природи је **физика**. Назив физика потиче од грчке речи **физис**, што значи **природа**. Поред физике, природу проучавају и друге науке – хемија, биологија, геологија, астрономија итд.

Природне појаве су одувек будиле човекову раздознатост: не само да их открије, опише и објасни (дође до научне истине), него да их и практично искористи ради унапређивања услова живота.

Научно објашњавајући појаве у природи, човек се постепено ослобађао разних заблуда и веровања у постојање неких виших, тајanstvenih, натприродних сила.

За описивање и тумачење природе користе се разни појмови. Најопштији од тих појмова је **материја**.

Све што реално постоји у природи, на Земљи и изван Земље, назива се материја.

Материја је грађа природе.

Све што постоји у природи има материјални карактер.

ПРИРОДНЕ ПОЈАВЕ



Сунце



Кишa

**Основно својство материје је кретање.
Кретање је природно стање материје.**

Материја је нераскидиво повезана са кретањем.

У природи се све креће и мења. Мења се положај једних тела у односу на друга тела: положај аутомобила у односу на дрвеће, брода у односу на обалу, авиона у односу на брда, планине, положај Земље у односу на Сунце. Лед при загревању прелази у воду, вода у пару итд.

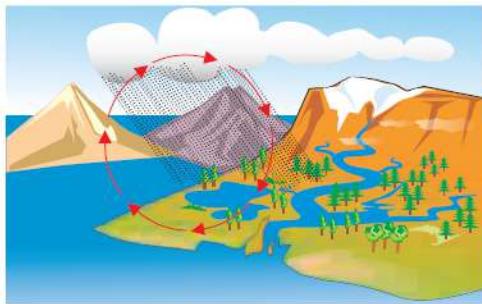
Мења се форма облака, влажност у атмосфери, временске прилике, запремина тела при загревању; мења се, наравно, биљни и животињски свет, као и људски род.

Појмови, кретање материје и природне појаве често се поистовећују.

Све што се дешава у природи називамо природним појавама.

Кретање материје, односно појаве у природи које изучава физика су физичке појаве.

Шта је заједничко код свих облика кретања материје, односно појава? Очигледно је да се све оне дешавају у простору и времену. Сваки облик кретања материје (појава или промена) дешава се негде (у простору) и некада (у времену). Услед тога, појмови **материја, простор** и **време** немају смисла један без другог и не могу да постоје одвојено.



Кружење воде у природи



Загревањем
лед се штапи



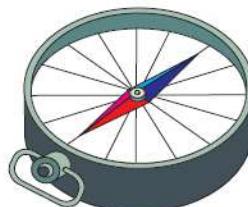
Загревањем вода
прелази у водену пару



Кретање тела



Електричне
појаве у атмосфери



Магнетичне појаве



Појаве дуге



Светлосне појаве

ШТА ИЗУЧАВА ФИЗИКА?

Предмет изучавања физике су основни облици кретања материје: механичке, топлотне, електричне, магнетне, светлосне и друге појаве. Поред тога, физика нас упознаје са структуром материје (њеном грађом, саставним деловима) почев од тела космичких размера до најситнијих честица. Краће речено:

Физика проучава најопштије облике кретања материје, основна својства и структуру материје.

ФИЗИКА И ДРУГЕ НАУКЕ

Физика је основна природна наука. Њена сазнања се користе у другим наукама, посебно хемији, биологији, астрономији, медицини, екологији итд. Многе основне величине и закони, па чак и теорије, формулисане у физици, равноправно се користе у хемији: време, маса, сила, рад, енергија, гасни закони, молекуларно – кинетичка теорија, теорије о молекулском и атомском свету, итд. Истраживања у биологији подразумевају познавање основних елемената физике. Сви основни закони физике (закони кретања честица, закони одржања енергије, преношење топлоте) важе и у биологији. Молекуларна физика, посебно познавање молекулских сила, унапредила су наша сазнања о изградњи ћелија. Инструменти као што су микроскоп, а посебно електронски микроскоп, су знатно допринели развоју генетике. Рендгенски зраци, радиоактивни изотопи и ултразвук нашли су примену у медицини. Телескопи су допринели развоју астрономије. Све наведене и друге чињенице потврђују тезу:

Учећи физику, учимо и друге науке.

Физика је тесно повезана са математиком. Физички закони изражавају се математичким формулама. Велики физичар Галилеј је истицдао: „Језик физике је математика“. Није претерано казати да је цела књига о природи (коју исписују природне науке) написана језиком математике.

ДАНАШЊА ФИЗИКА РАЂА СУТРАШЊУ ТЕХНИКУ

Постоји општа повезаност свих природних наука. Многа научна и техничка остварења не могу да се сматрају успехом само једне науке, већ су она, у ствари, резултат истраживања више наука.

Физика је основа савремене технике. Већина кућних апаратова и уређаја конструисана је и функционише на законима физике. Да ли се може замислiti свет без електричне струје, радио и телевизијског пријемника, без фиксног и мобилног телефона, електричног шпорета, бојлера и фрижидера? Како би изгледала наша путовања без аутомобила, железнице, бродова, авиона? Све

више се навикавамо на употребу компјутера, које користимо и као наставно средство..... На многим местима где владају неповољни услови за рад (пећи за топљење метала, морске дубине, космички простори итд), постављени су роботи који успешно замењују рад човека.



Микроскоӣ

Телескоӣ

Компјутер

Посебно треба истаћи да физика, као и друге природне науке, може знатно допринети заштити и унапређивању радне и животне средине (решавању еколошких проблема): заштити од буке, радиоактивног зрачења, хемијских загађивача (уграђивањем разних филтера)...

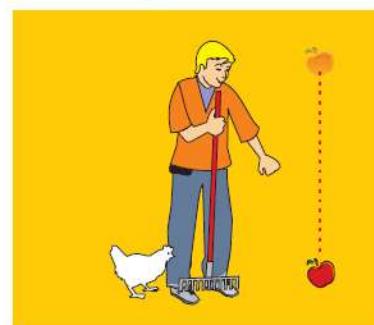
Физика је основа савремене технике, без које се не може замислити живот савременог човека.

МЕТОДИ ИСТРАЖИВАЊА У ФИЗИЦИ

Први корак у проучавању неке природне појаве може да буде остварен *непосредним посматрањем*. На пример, посматрањем може се констатовати да сва тела, која нису спречена подлогом или на неки други начин, падају на Земљину површину. На основу таквих посматрања, закључује се да Земља привлачи сва тела. Посматрањем може се, такође, установити да дрвени предмет плива на води, а гвоздени тоне, да магнети привлаче гвоздене предмете...

Кад кажемо посматрање, не мислимо само на чуло вида. Помоћу чула слуха разликујемо разне врсте звука, а помоћу чула мириса може да се открије постојање оних супстанци у одређеном делу простора које се не могу запазити „голим“ оком (на пример, мирис парфема).

Непосредно посматрање појава у природним условима најчешће даје непотпуне, а понекад и



Непосредно посматрање



Експерименти

погрешне (привидне) представе. С друге стране, многе појаве у природи толико кратко трају и ретко се дешавају да се веома тешко могу проучавати. Стога су потребни посебно припремљени услови у којима се појаве могу не само посматрати него пратити и контролисано усмеравати. То се посебно остварује у физичким кабинетима и лабораторијама. Тада се појаве посматрају и проучавају у много повољнијим условима, а може се подесити да трају дуже и да се понове више пута.

Проучавање појава у посебно припремљеним и контролисаним условима назива се експеримент (оглед).

Физика је експериментална наука.

Научни огледи увек се изводе смишљено, планирано, ради добијања одговора на прецизно постављана конкретна питања. На пример, италијански научник Галилеј, да би проучио слободно падање, пуштао је разна тела са косог торња у Пизи. На основу тог огледа, открио је **Закон слободног падања тела**.

Проучавање природних појава се не завршава на нивоу посматрања и експеримента.

Потребно је добијене резултате анализирати и међусобно повезати. На основу тога се формирају **физички закони и теорије**.

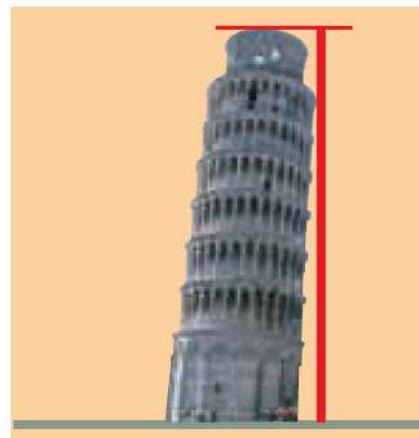
Разни кућни уређаји као што су електрични апарати (електрични шпорет, фрижидер), телефон, радио – и телевизијски пријемници конструисани су на бази физичких закона; савремена компјутерска техника, као и медицинска опрема: рендгенски апарати, ултразвучни уређаји, скенери... резултат су, пре свега, истраживања у физици.

Дакле, физика је експериментална, теоријска и примењена наука.

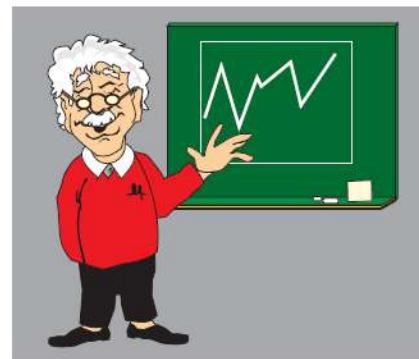
Пут истраживања у физици може да се представи шемом:



Све фазе у процесу проучавања у физици су двосмерно повезане и свака од њих има позитиван утицај на развитак осталих.



Коси торањ у Пизи



Формирање теорије



Примена физичке теорије – компјутер

ОСНОВНИ ОБЛИЦИ МАТЕРИЈЕ

До сада су у физици упозната два основна облика материје: **супстанца** и **физичко тело**.

Појам *тело* у физици има веома широко значење. Он се не односи само на тело човека или животиње, већ и на ситне честице, зрна песка, тела која сусрећемо (дрво, камен, разни предмети итд) на Земљи, до небеских тела. Кликер, оловка, књига, табла, кућа, аутомобил, авион, Земља, Сунце итд. само су неки примери физичког тела.

Свако физичко тело има одређену запремину и облик. Заједничко код свих физичких тела је то што се састоје из *супстанце*.

Супстанца је један од основних облика постојања материје од којег су изграђена сва физичка тела.

Супстанца је општи назив за хемијске елементе и њихова јединења.

Из ове дефиниције проистиче да је супстанца шири појам од физичког тела –дрво, стакло, вода, ваздух, гвожђе, сребро итд., су разне супстанце. Међутим, сребрна кашика, дрвени суд, кап воде итд. јесу *физичка тела*.

Свака супстанца има одређена својства: *тврдоћу, боју, тврдоћу, еластичност, тачку кључања* итд. На основу тих својстава одређујемо врсту супстанце од које је направљено неко тело.



Супстанца – вода



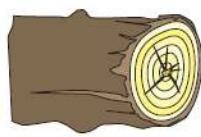
Физичко тело – кап воде



Супстанца – злато



Физичко тело – златни прстен



Супстанца – дрво



Физичко тело – ормар

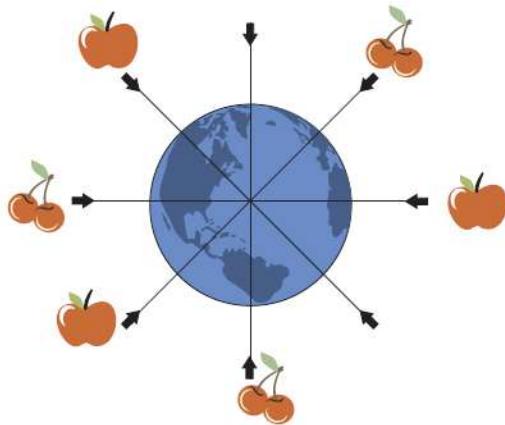


Ваздух – супстанца

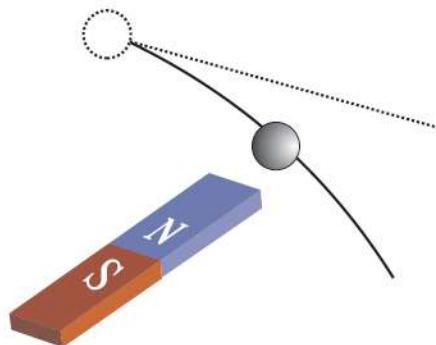
Ваздух у фудбалској лопти – тело

Поред супстанце, за сада је у физици познат још један основни облик постојања материје – **физичко поље**.

Узајамно деловање тела може да се оствари непосредним додиром, на пример, при померању стола, при контакту руке или ноге са лоптом, при удачу чекића о камен итд. Поред тога, узајамно деловање тела може да постоји и када су она међусобно удаљена. То се остварује посредством **физичког поља**.



Земља привлачи тела која слободно падају на њену површину



Магнет привлачи ћвоздене предмете

Примери физичког поља су **гравитационо поље, електрично поље, магнетско поље** итд. Посредством гравитационог поља Земље тела слободно падају на њену површину. Слично томе, посредством магнетног поља магнети привлаче предмете од гвожђа.

Међусобно деловање тела која се непосредно не додирују остварује се посредством физичког поља.

СИСТЕМАТИЗАЦИЈА И ОБНАВЉАЊЕ ГРАДИВА

- Природа је све што нас окружује.
- **Физика је природна наука која проучава основна својства материје, њену грађу и најопштије облике кретања материје.**
- Материја је „грађа“ природе. У физици се испољава у два основна облика: као **супстанца и физичко поље**.

Конкретан облик супстанце је **физичко тело**. Тела се међусобно разликују по томе од које су супстанце изграђена, по облику и димензијама. Као пример супстанце може се навести злато, а прстен од злата је тело.

У физичка поља спадају, на пример: гравитационо поље Земље, електрично поље, електромагнетно поље које ћете упознати у току изучавања физике.

Први корак изучавања у физици је **непосредно посматрање**, други, проучавање појава у посебно припремљеним и контролисаним условима – **експеримент (оглед)**. На основу резултата огледа долази се до одређених **закона, теорија**. Коначно, постигнута сазнања у физици постају основа за техничка остварења.



ТЕСТ ЗНАЊА

1. Материја је _____ природе.

Број поена 5

2. Основни облици материје у физици су _____ и _____.

Број поена 10

3. Најопштија својства материје су _____ и _____.

Број поена 5

4. Физика проучава _____ материје, њена општа _____ и _____ материје.

Број поена 10

5. Наведите неке примере тела различитог облика која су изграђена од исте супстанце?

Број поена 5

6. Да ли је већи број тела или врста супстанце?

Број поена 5

7. Могу ли материја, простор и време постојати одвојено?

Број поена 10

8. У чему је предност огледа над обичним (непосредним) посматрањем?

Број поена 5

9. Наведите основне кораке у проучавању физичке појаве?

Број поена 10

10. Како се могу остварити узајамна деловања тела?

Број поена 10

11. Како објашњавате тврдњу: учећи физику, учимо и друге науке.

Број поена 5

12. Зашто је физика теоријска и експериментална наука?

Број поена 10

13. Да ли знате ко је био Атанасије Стојковић?

Број поена 5

МЕХАНИЧКО КРЕТАЊЕ



Свакодневно уочавамо разна кретања: кретање пешака, аутомобила, аутобуса, возова, трамваја.... Радознalo пратимо лет авиона, јата птица које се селе у топлије крајеве. Дивимо се облацима који плове плавим небом итд.

Шта је заједничко свим наведеним примерима? Заједничко је то што тела у току кретања мењају положаје у односу на друга тела. На основу тога закључујемо:

Механичко кретање је промена положаја тела у односу на друга (околна) тела у току времена.

Ако се положај тела не мења у односу на друга тела у току времена, онда кажемо да се оно налази у стању релативног мировања. Стање мировања је специјалан случај кретања. На пример, путник који седи у вагону воза не мења своје место у односу на вагон, али мења свој положај у односу на околину.

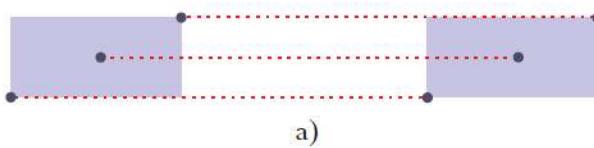


Сл. 2.1. Примери механичког кретања

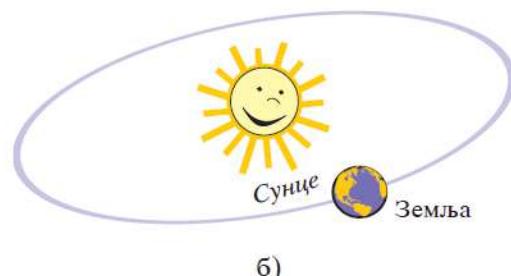
МАТЕРИЈАЛНА ТАЧКА

Када пратимо кретање тела, поставља се питање да ли је потребно познавати положаје свих његових делића у току времена. Када се сви делићи тела крећу на истоветан начин, онда је доволно познавати кретање само једног, било ког делића (тачке), да би кретање тела као целине било познато (сл. 2.2). У том случају кретање тела представља (репрезентује) један његов делић – **материјална тачка**. Тада се не узимају у обзир ни облик ни димензије тог тела.

Материјална тачка представља (репрезентује) тело у току његовог кретања.



a)



б)

Сл. 2.2. Кретања код којих се тело посматра као материјална тачка

Када се тело може поистоветити са материјалном тачком? Закључили смо да је то могуће, када се сви делићи (тачке) тог тела крећу на исти начин. И у другом случају, када се димензије тела могу занемарити у односу на растојање које прелази. На пример, Земља се може посматрати као материјална тачка приликом њеног кретања око Сунца, јер је њен пречник више од десет хиљада пута мањи од пречника њене путање (орбите) око Сунца. Као материјална тачка узимају се и тела која се крећу на Земљиној површини и њеној околини, ако се њихове димензије могу занемарити у односу на путеве које она прелазе.

РЕФЕРЕНТНО (УПОРЕДНО) ТЕЛО

За описивање кретања тела, поред **материјалне тачке** (којом се представља тело), потребно је познавати и **референтно тело** (у односу на које посматрамо кретање).

Тело, у односу на које се посматра и описује кретање, назива се **референтно тело**.

За референтно тело обично се узима тело у односу на које се кретање тела (материјалне тачке) најједноставније описује. За кретање тела на Земљи и њеној околини за референтно тело се одабира нека кућа, мост, споменик, дрво..... а у случају када тело (материјална тачка) прелази већа растојања, онда је то, неко место (град), брдо, планина, итд. На слици 2.3. приказани су објекти који се могу узети као референтно тело.

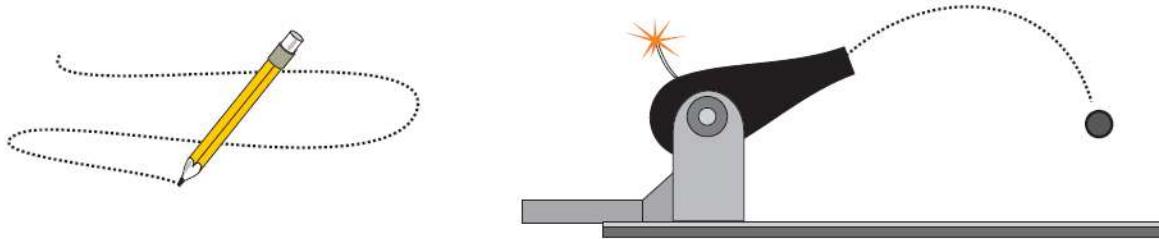
Кретање тела у космичким размерама најчешће се прати у односу на Сунце или звезде „некретнице“.



Сл. 2.3. Објекти који се могу узети као референтно тело

ПУТАЊА

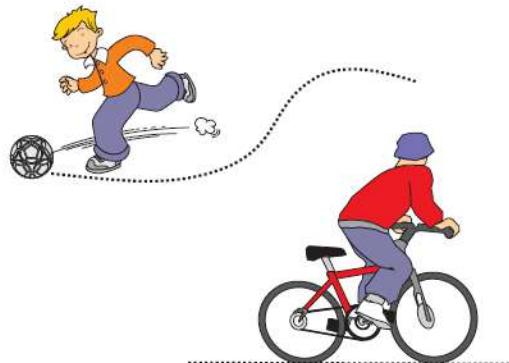
Трагови оловке по хартији или креде по табли су путање по којима се крећу оловка, односно креда. Магличасти траг, који се запажа на ведром небу иза авиона или светли траг метеорита на ноћном небу, такође су путање ових



тела. Уочљива је и путања саоница на снегу или аутомобила који се креће по песку...

Линија по којој се тело (материјална тачка) креће или линија која спаја узастопне положаје тела током кретања, зове се путања (трајекторија).

Зависно од облика путање, кретања тела могу да буду **праволинијска** (кретање бициклисте) и **криволинијска кретања** (кретатање фудбалске лопте или топовског пројектила). Пад јабуке са дрвета је **праволинијско**, а скијаш низ падину, обично, се креће **криволинијски**.



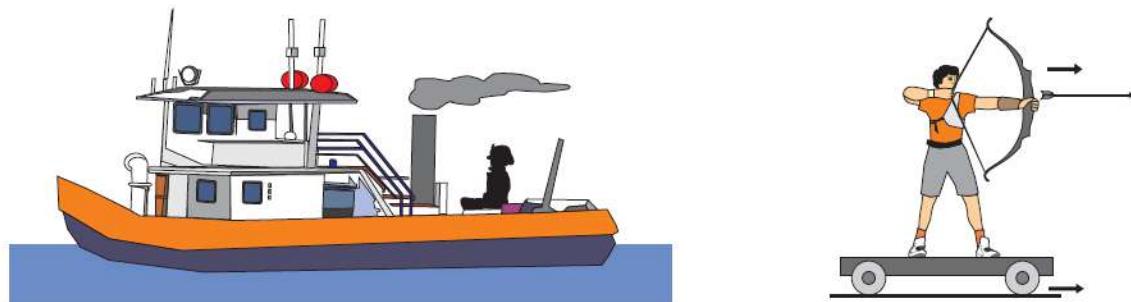
Сл. 2.4. Путања разних тела

РЕЛАТИВНОСТ КРЕТАЊА

Узмимо за референтно тело, на пример, брод који плови по мору. Путници који седе на палуби мирују у односу на брод. Међутим, ако се одређују њихови положаји у току кретања брода у односу на обалу, закључује се да се они крећу. Тада кажемо да путници, у односу на брод, релативно мирују, док се у односу на обалу релативно крећу.

Релативност кретања се једноставно уочава посматрајући слику где стрелац стоји на покретним колицима (сл. 2.5). Испаљена стрела се креће у односу на лук, а стрелац заједно са луком у односу на колица која се крећу у односу на подлогу.

Свако мировање и кретање тела је релативно.

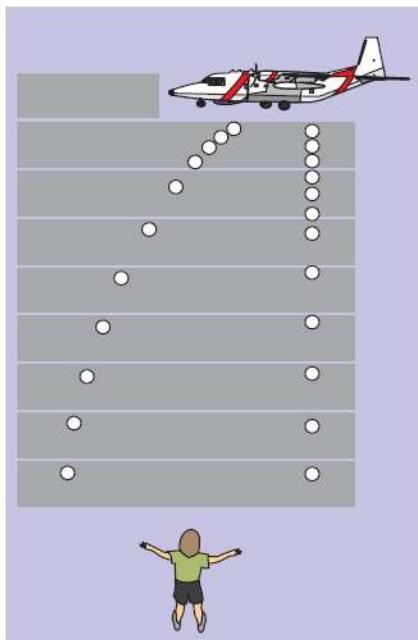


Сл. 2.5. Релативносћ кретања

ПРЕЂЕНИ ПУТ



Сл. 2.6. Пређени пут



Сл. 2.7. Путања тела има релативно значење

Дужина путање коју тело пређе за одређено време назива се **пређени пут** (АВ на сл. 2.6).

Пређени пут се, обично, обележава са s , а изражава се јединицом дужине: метар, центиметар, милиметар....

Облик путање, односно пута има релативан карактер. На пример, путања (пут) истог тела је различитог облика за посматрача са земље и из авиона (слика 2.7). За посматрача са земље је крива линија, а за пилота авиона права линија.

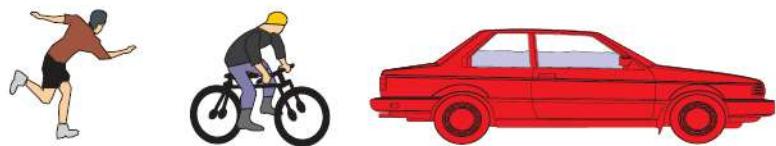
Као други пример може се навести кретање брода по мору. За посматрача са брода он се креће праволинијски (наравно, ако је његова путања права линија). Међутим, за посматрача Земљиног сателита (на већим висинама) путања брода је крива линија, јер је, као што је познато, Земља лоптастог облика (сл. 2.8).



Сл. 2.8. Путања брода за посматрача из сателита је крива линија (ложна је облик Земље), а за путника на броду права линија

БРЗИНА

Једна од основних карактеристика механичког кретања је **брзина**. Вредност брзине указује на то да ли се неко тело креће брже или спорије него друго тело. Пешак се креће брже од пужа, али спорије (по правилу) од бициклисте. Може се упоређивати брзина бициклисте са брзином аутомобила, авиона и слично.



Сл. 2.9. Тела са различитим брзинама

Тело које у току истог времена пређе дужи пут, креће се већом брзином.

Размотрићемо брзину кретања тела код **равномерно праволинијског кретања тела**.

Најједноставнији облик механичког кретања је **равномерно праволинијско кретање**. То је на пример, кретање аутомобила по правом хоризонталном путу сталном брзином (чија се вредност, односно интензитет не мења у току времена).

Тело се креће равномерно (једнолико) праволинијски ако по правој путањи прелази једнаке путеве у истим временским интервалима (слика 2.10).

Код равномерног праволинијског кретања вредност (интензитет) брзине тела се одређује односом пређеног пута и времена за које се тело креће:

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

Уобичајена ознака за вредност брзине је v , за пређени пут смо казали s и за време t . На основу тога, може да се напише:

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

Вредност брзине код равномерно праволинијског кретања једнака је пређеном путу у јединици времена.

Јединица брзине је метар у секунди $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$.

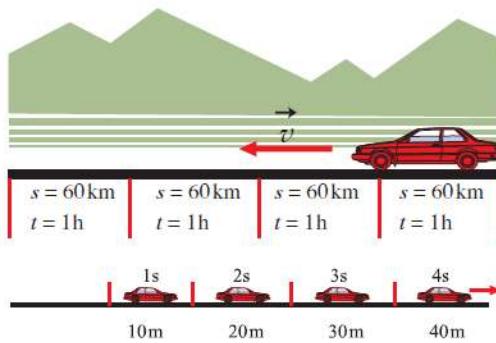
Тело се креће јединичном брзином ако прелази пут од једног метра у секунди. У саобраћају се често користи и јединица брзине километар на час $\left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)$, док се брзина космичких бродова, ракета и небеских тела изражава у километрима у секунди $\left(\frac{\text{km}}{\text{s}}\right)$.

Инструмент за мерење вредности брзине је **брзиномер** (сл. 2.11). Он се уградије у аутомобиле, авиона, бродове и друга саобраћајна средства.

Полазећи од израза за брзину тела при равномерно праволинијском кретању ($v = \frac{s}{t}$), увек можемо из познавања било које две величине израчунати вредност треће. Рецимо користећи формулу:

$$s = v \cdot t,$$

можемо да израчунамо пређени пут код равномерно праволинијског кретања.



Сл. 2.10. Равномерно праволинијско кретање



Сл. 2.11. Брзиномер

Код равномерно праволинијског кретања тела пут је једнак производу вредности брзине и времена кретања.

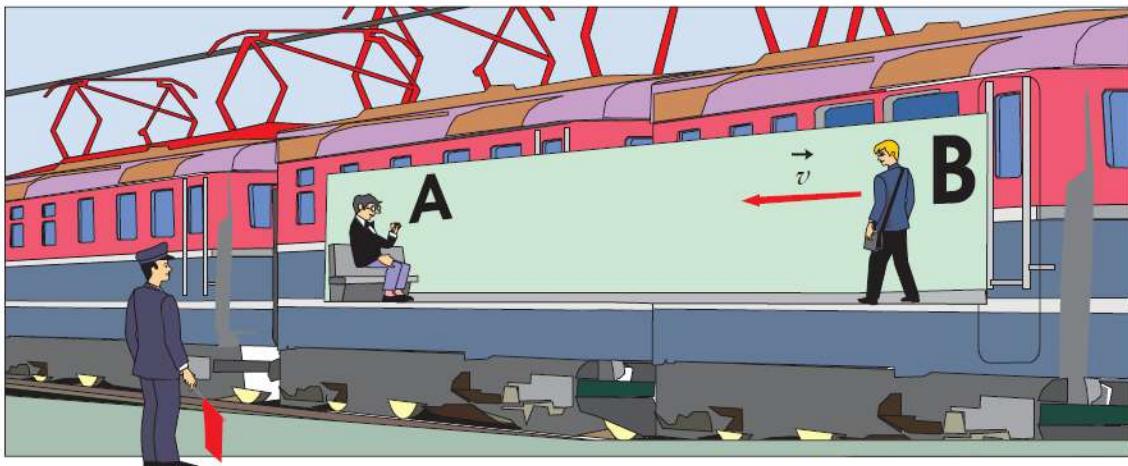
Решавајући претходну једначину по t , добија се:

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

Време кретања тела једнако је односу пређеног пута и вредности брзине.

Релативност брзине. Кретање тела често мора да се посматра у односу на различита референтна тела која могу и да се крећу једно у односу на друго. Показаћемо то на следећем примеру.

Нека поред посматрача на железничкој прузи пролази воз брзином $u = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Кроз вагон се креће путник у смеру кретања воза брзином $v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ у односу на вагон (сл. 2.12).



Сл. 2.12. Релативност брзине

За посматрача поред пруге путник се креће брзином

$$v_p = u + v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Када се путник креће у супротном смеру од кретања воза, тада је брзина путника за посматрача поред пруге:

$$v_p = u - v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Која је онда стварна брзина путника: $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, или $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, или $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$? Све вредности брзине су стварне, али су мерење у односу на различита референтна тела (воз, шине). Осим тога путник је једном променио и смер кретања.

Свака брзина се мери у односу на неко референтно тело. Исто кретање у односу на различита референтна тела има различите брзине.

Брзина кретања тела је релативна.

БРЗИНА КАО ФИЗИЧКА ВЕЛИЧИНА

Податак да се неко тело, на пример аутомобил, креће брзином $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ говори само о вредности (интензитету) ове физичке величине. Недостају правац и смер кретања аутомобила. Они су неодређени! Аутомобил се том брзином могао кретати по разним путевима (правцима) и различитим смеровима кретања. Са подацима да се аутомобил кретао $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ аутопутем Београд – Ниш (одређен правац), од Београда према Нишу (одређен смер) добија се потпуна представа о датој брзини (сл. 2.13). Дакле:

Брзина тела је потпуно одређена познавањем њене вредности (интензитета), правца и смера.



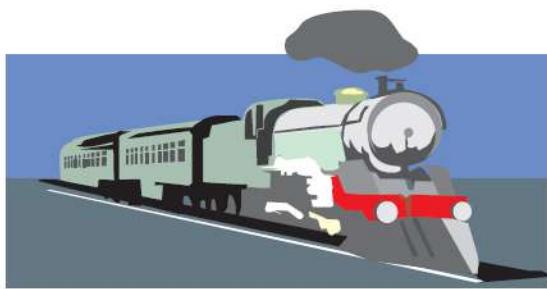
Сл. 2.13. Брзину тела, осим вредности (интензитета) одређује правац и смер

ПРОМЕНЉИВО ПРАВОЛИНИЈСКО КРЕТАЊЕ

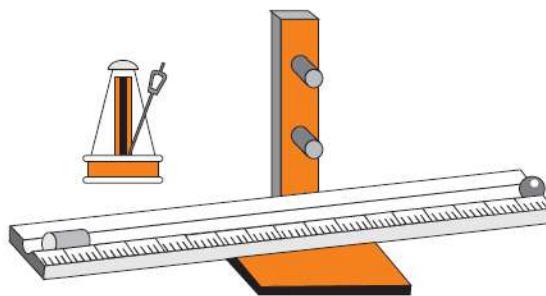
Тела у току кретања веома често мењају брзину. Пре почетка кретања, док стоји на станици, вредност брзине воза је једнака нули (сл. 2.14). Када крене из станице, вредност брзине се повећава, а затим се, током извесног времена, не мења (знатно). Када се воз приближава наредној станици, вредност брзине му се смањује до заустављања. То се понавља до крајње станице.

Кретање тела, чија се брзина мења у току времена, назива се променљиво кретање.

Када је путања променљивог кретања права линија, онда је то променљиво праволинијско кретање.



Сл. 2.14. Тела у току кретања најчешће мењају брзину



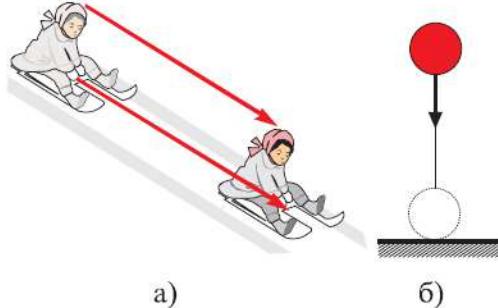
Сл. 2.15. Проучавање променљиво праволинијског кретања

При променљивом кретању, тела у једнаким временским интервалима прелазе различите путеве.

Променљиво праволинијско кретање може да се демонстрира помоћу огледа на слици 2.15. Помоћу метронома и подељака на жљебу косо постављене даске није тешко установити да куглица у једнаким интервалима времена прелази различите путеве.

СРЕДЊА ВРЕДНОСТ БРЗИНЕ

У реалним условима, тела веома често мењају брзину. Куглица низ косо постављену даску (претходни оглед) непрестано повећава брзину (сл. 2.15); када би се кретала уз даску она би смањивала брзину. Брзину мењају и саонице које се крећу низ падину (сл. 2.16, а), тело бачено увис или при слободном паду (сл. 2.16, б) итд. Како превозна средства у току кретања мењају брзину, имали смо прилике да се уверимо и понекада да се љутимо на возаче....



Сл. 2.16. Примери променљивог праволинијског кретања тела

За описивање променљивог кретања уводи се величина – **средња вредност (средњи интензитет) брзине**.

Средња (просечна) вредност брзине тела одређена је односом укупно пређеног пута и времена за које је тај пут пређен: $v_s = \frac{s_u}{t_u}$.

На пример, ако је воз прошао пут од 360 km за 6 сати, онда његова средња (просечна) вредност брзине износи $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Претпоставимо да се истим путем кретао други воз сталном брзином и да је исто растојање (360 km) такође прешао за 6 сати као и први воз. Вредност његове брзине је:

$$v = \frac{360 \text{ km}}{6 \text{ h}} = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Дакле, средња вредност брзине може се дефинисати и на следећи начин:

Средња вредност брзине променљивог кретања је она вредност сталне брзине равномерног кретања којом би тело прешло исти пут за исто време као и при променљивом кретању.

Множењем средње вредности брзине и времена за које се тело кретало, добија се укупан пут:

$$s_u = v_s \cdot t_u$$

Пређени пут тела једнак је произвodu средње вредности брзине и времена кретања.

ГРАФИЧКО ПРЕДСТАВЉАЊЕ РАВНОМЕРНО ПРАВОЛИНИЈСКОГ КРЕТАЊА

Поред формула које повезују пут, брзину и време кретања код равномерног праволинијског кретања ($s = v \cdot t$) однос између ових величина може да се прикаже у виду табела и графика.

Графикон брзине. Прво се, из заједничке тачке 0, повуку две међусобно нормалне бројне осе од којих је једна вертикална, а друга хоризонтална. Затим се хоризонтална оса издели на једнаке подељке који одговарају јединицама времена, а на вертикалну осу наносе се подељци који приказују вредности брзине (сл. 2.17).

Треба водити рачуна да се изабере погодна размера да би се могле нанети вредности одговарајућих величина.

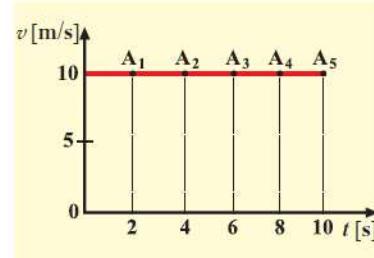
Кретање смо почели да пратимо од тренутка ($t = 0$), када је тело већ имало вредност брзине, нпр. $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ која се није мењала у току времена (t). У сваком тренутку времена $t_1 = 2 \text{ s}$, $t_2 = 4 \text{ s}$, $t_3 = 6 \text{ s}$, $t_4 = 8 \text{ s}$ и $t_5 = 10 \text{ s}$ брзина има исту вредност $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (тачке $A_1, A_2, A_3 \dots$). Спајањем тих тачака добија се графикон брзине равномерно праволинијског кретања.

Графикон брзине равномерно праволинијског кретања је права линија паралелна хоризонталној оси. То значи да се вредност брзине у току кретања не мења, остаје константна (сл. 2.17).

Графикон пута. Исто, као и при цртању графикона брзине, повуку се две међусобно нормалне осе. Хоризонтална оса показује време, а вертикална оса пут.

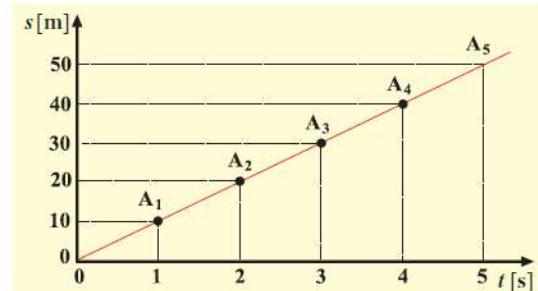
Полази се од израза за пут: $s = v \cdot t$. На основу познате вредности брзине ($v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$) и протеклог времена, израчунава се пут. Тело (материјална тачка)

полази из стања мировања (за $t = 0$ и $s = 0$). За сваки следећи интервал времена (вредност брзине се не мења) израчунава се одговарајући пут. Ови подаци се уносе у табелу, а затим се користе за цртање графикона пута.



Сл. 2.17. Графикон брзине равномерно праволинијског кретања

Време $t [\text{s}]$	0	1	2	3	4	5
Пут $s [\text{m}]$	0	10	20	30	40	50



Сл. 2.18. Графикон пута равномерно праволинијског кретања

Из крајева подељака, који одговарају временским интервалима $t_1 = 1$ s, $t_2 = 2$ s, $t_3 = 3$ s, $t_4 = 4$ и $t_5 = 5$ s, повуку се нормалне дужи које одговарају путевима $s_1 = 10$ m, $s_2 = 20$ m, $s_3 = 30$ m, $s_4 = 40$ m, $s_5 = 50$ m. Спајањем тачке 0 са тачкама A_1, A_2, A_3, \dots , добија се полуправа која полази из заједничког почетка бројних оса. Та полуправа је графикон пута датог равномерно праволинијског кретања (сл. 2.18).

Упоређивањем графикона путева за различите вредности брзина закључује се: за веће вредности брзине тела графикон пута има већу стрмину, заклапа већи угао са временском бројном осом.

СИСТЕМАТИЗАЦИЈА И ОБНАВЉАЊЕ ГРАДИВА

Промена положаја тела у односу на друга тела назива се **механичко кретање**.

Тело, у односу на које се посматра кретање другог тела, зове се **референтно тело**.

Линија по којој се тело креће, односно скуп узастопних положаја кроз које тело прође у току кретања је **путања тела**.

Када је путања много дужа од димензија тела, или ако се сви његови делићи крећу на исти начин, оно се може представити тачком која се назива **материјална тачка**.

Део путање које тело (материјална тачка) пређе за одређено време је **пут**.

Према облику путање кретања тела, могу да буду **праволинијска** и **криволинијска**.

Кретање при којем тело (материјална тачка) у једнаким временским интервалима прелази једнаке путеве, зове се **равномерно кретање**. Ако је при томе путања права линија, реч је о **равномерно праволинијском кретању тела**.

Једна од основних карактеристика кретања је **брзина тела**.

Вредност (интензитет) брзине равномерно праволинијског кретања тела (v) израчунава се тако што се пређени пут (s) подели временом (t) кретања тела:

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

Тело се креће јединичном брзином ако прелази пут од једног метра у секунди $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$.

Полазећи од израза за брзину тела код равномерно праволинијског кретања и познавања вредности две величине, може да се израчуна вредност треће величине. Да бисмо израчунали пут при равномерно праволинијском кретању, треба брзину кретања тела помножити временом кретања:

$$s = v \cdot t.$$

Време кретања израчунава се тако што се пређени пут подели брзином:

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

Уколико се тело креће променљивим праволинијским кретањем и за укупно време кретања (t_u) пређе укупни пут (s_u), тада се средња (просечна) вредност брзине тела (v_s) израчунава по формулама:

$$v_s = \frac{s_u}{t_u}.$$

Преглед основних појмова и величина (њихових формула и јединица мере) које смо до сада упознали приказани су у табели 1.

ПОЈАМ	ФИЗИЧКА ВЕЛИЧИНА		
	Назив	Формула	Мерна јединица
материјална тачка	пут	$s = v \cdot t$	m
референтно тело	брзина	$v = \frac{s}{t}$	$\frac{m}{s}$
путања	време	$t = \frac{s}{v}$	s

Табела 1.

Свако мировање и кретање тела је релативно.

Исто кретање тела у односу на разна референтна тела има различите вредности брзине.

Брзина кретања тела је, такође, релативна.

ПРВА ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

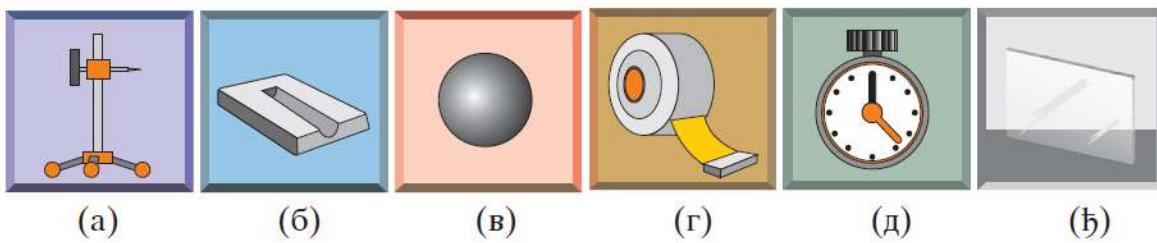
ОДРЕЂИВАЊЕ БРЗИНЕ РАВНОМЕРНОГ ПРАВОЛИНИЈСКОГ КРЕТАЊА

Задатак

Оредите сталну брзину равномерно праволинијског кретања куглице.

Прибор

- сталак (а)
- даска са жлебом (б)
- куглица (в)
- метарска трака (г)
- хронометар (д)
- стаклена или углачана равна плоча (ђ)



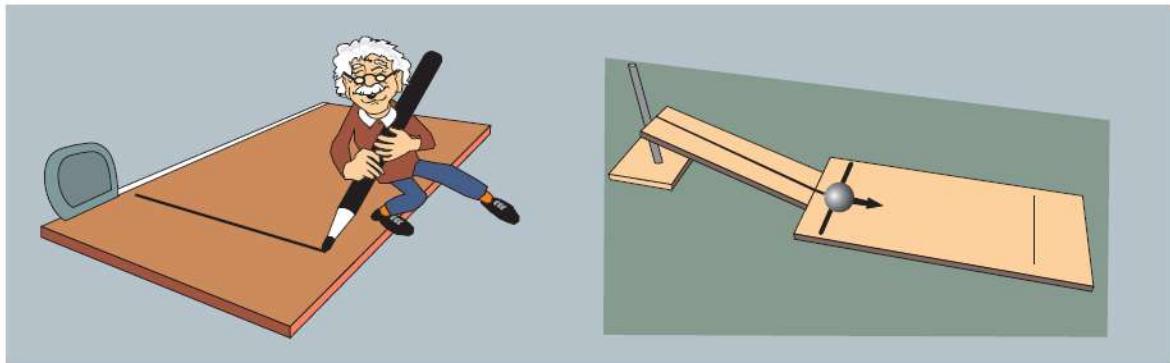
Упутство

Поставите стрму раван тако да њен доњи део додирује или належе на радијни сто углачане горње површине (може да се постави стаклена плоча). На делу равног стола где се завршава стрма раван обележимо једну линију и потом у продужетку још једну линију на удаљености од 1 м (слика 1). Битно је да права која пресеца ове две линије буде замишљени продужетак урезаног жлеба на стрмој равни. Куглице пуштамо низ стрмују раван. У тренутку кад се спустила на површину хоризонталне подлоге, нашла се у првој обележеној тачки. Тада почињемо да меримо време (слика 2). Када се куглица нађе у другој обележеној тачки, значи да је прешла пут од 1 м (слика 3) и заустављамо штоперицу (хронометар). Штоперица показује интервал времена потребног да куглица пређе пут од 1 м.

Вредност брзине равномерно праволинијског кретања (v) се дефинише као однос пређеног пута (s) и трајања тог кретања (t).

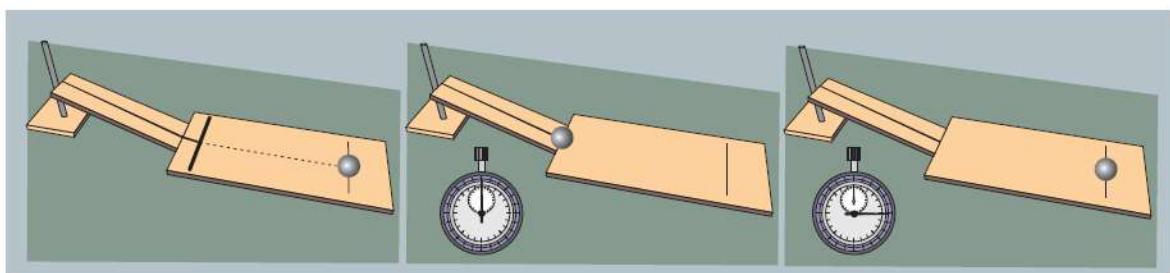
$$v = \frac{s}{t}.$$

Мерење поновите са различитим нагибима стрмеју равни (слике 4 и 5).



Слика 1

Слика 2



Слика 3

Слика 4

Слика 5

Приказивање резултата мерења

Добијене резултате унети у табелу.

Број мерења	Време t [s]	Брзина v [m/s]
1.		
2.		
3.		

Закључак

Напомена: Шта ће се десити ако се изменi нагибни угао даске са жлебом по којем се креће куглица?

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Путник се налази у авиону који лети равномерно праволинијски (стална брзина). Да ли путник може уочити (регистровати) кретање авиона, ако су завесе на прозорима спуштене.

Одговор:

Путник није у стању да региструје кретање авиона, јер не може да одреди референтно тело.

2. У одговарајућој колони дате табеле знаком x обележите праволинијско и криволинијско кретање.

Механичко кретање	Праволинијско	Криволинијско
спринтер на 100 m		
кретање фудбалера у току утакмице		
скок скијаша		
вожња лифтом		
испуштена куглица са одређене висине		

Одговор: криволинијско – спринтер на 100 m, фудбалер у току утакмице, скок скијаша
праволинијско – вожња лифтом, испуштена куглица.

3. Попуните табелу тако што ћете уписати брзине пешака, пужа, паука, спринтера и гепарда у $\frac{m}{s}$.

Тело	Брзина тела $v \left[\frac{km}{h} \right]$	Брзина тела $v \left[\frac{m}{s} \right]$
пешак	5,4	
пуж	0,05	
паук	2	
спринтер	36	
гепард	110	

Одговор: редом, 1,5; 0,014; 0,555; 10; 30,55.

4. Ограниччење брзине на делу пута је $60 \frac{km}{h}$. Да ли је возач мотора начинио прекршај ако је на том делу пута, крећући се равномерно праволинијски, прешао 5,4 km за 3 min?

Подаци: $v_{\max} = 60 \frac{km}{h}$, $s = 5,4 \text{ km}$, $t = 3 \text{ min}$; $v = ?$



Решење:

Мотоциклиста се кретао брзином:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{5,4 \text{ km}}{3 \text{ min}} = \frac{5,4 \text{ km}}{3 \cdot \frac{1}{60} \text{ h}} = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Како је $v > v_{\max}$, мотоциклиста је направио прекрај. Не знамо да ли је платио казну.

5. Од тренутка када се примети светлост муње до тренутка када се чује гром протекне 10 s. Колико је удаљено место удара грома од посматрача? Сматрати да је брзина светlosti много већа од брзине звука, тако да се време светlosti занемарује. Брзина звука је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Подаци: $t = 10 \text{ s}$, $v = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $\ell = ?$

Решење:

Удаљеност места удара грома од посматрача једнака је:

$$s = v \cdot t = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{ s} = 3400 \text{ m} = 3,4 \text{ km}$$



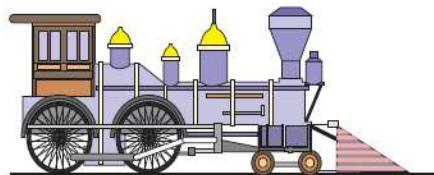
6. Локомотива је прешла пут 15 km за 15 min. Колики пут ће прећи за 2 h, ако се кретала стално истом брзином?

Подаци: $s_1 = 15 \text{ km}$, $t_1 = 15 \text{ min}$, $t_2 = 2 \text{ h}$;
 $s_2 = ?$

Решење:

Брзина воза је: $v = \frac{s_1}{t_1} = \frac{15 \text{ km}}{15 \cdot \frac{1}{60} \text{ h}} = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,

па је за 2 h прешао пут $s_2 = v \cdot t_2 = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 2 \text{ h} = 120 \text{ km}$



7. Милан стигне од куће до школе за 10 min. Брзина његовог хода је константна и износи $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Колико корака начини Милан на путу од куће до школе ако је дужина његовог корака 60 cm?

Подаци: $t = 10 \text{ min}$, $v = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $\ell = 60 \text{ cm}$; $n = ?$

Решење:

Број корака које Милан начини од куће до школе је:

$$n = \frac{v \cdot t}{\ell} = \frac{\frac{1 \text{ m}}{\text{s}} \cdot 10 \cdot 60 \text{ s}}{0,6 \text{ m}} = 1000.$$

8. Ко ће пре да чује први акорд пијанисте, посетилац концертне сале који је удаљен 10 м од места извођења програма, или радио – слушалац који слуша тај програм преко радио-апарата на растојању од 100 000 м? Брзина звука је $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, а брзина радиоталаса (као и брзина светlostи) $3 \cdot 100 000 000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Подаци: $s_1 = 10 \text{ m}$, $s_2 = 100 000 \text{ m} = 100 000 \text{ m}$, $v = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $c = 3 \cdot 100 000 000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $t_1 = ?$ и $t_2 = ?$

Решење:

$$t_1 = \frac{s_1}{v} = \frac{10 \text{ m}}{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{1}{34} \text{ s},$$

$$t_2 = \frac{s_2}{c} = \frac{100 000 \text{ m}}{3 \cdot 100 000 000 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{1}{3000} \text{ s}.$$

На основу добијених података закључује се да је за пренос звука посредством радиоталаса потребно око 100 пута мање времена да протекне од времена потребног за пренос звука ваздухом.

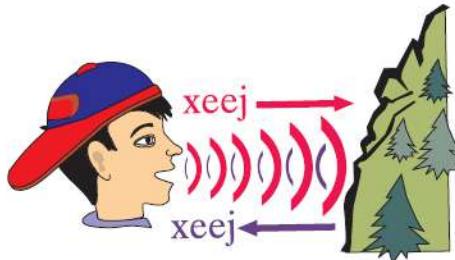
9. Путник се креће у возу брзином $7,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ у односу на вагон у смеру његовог кретања. Брзина воза је $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ у односу на земљу. Колика је брзина путника у односу на земљу (дрво поред пута)?

Подаци: $v_p = 7,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, $v_v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $v = ?$

Решење:

Брзина путника у односу на земљу добија се сабирањем вредности брзина воза и путника:

$$v = v_p + v_v = 7,2 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} + 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



10. Одјек (ехо) је појава која настаје када звук од извора доспева до неке препреке (стене, брда), одбија се од ње и враћа се до слушаоца (извора), тако да их он чује одвојено (поновљено). Нека слушалац чује поновљену реч 2 s након што ју је изговорио. Колика је удаљеност слушаоца од дате препреке?

Узети да је брзина звука у ваздуху $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Подаци: $t = 2 \text{ s}$, $v = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $\ell = ?$

Решење:

Означимо удаљеност човека од препреке (стене, брда) са ℓ . Тада је:

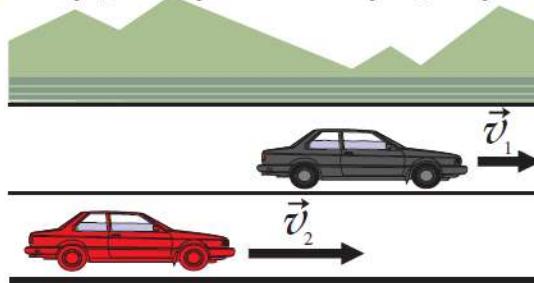
$$2\ell = v \cdot t.$$

$$\text{Одавде је } \ell = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} \cdot 2 \text{ s} = \mathbf{340 \text{ m}}$$

11. Два аутомобила се крећу правим делом аутопута брzinom $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ и $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ у односу на аутопут. Колика је брзина једног аутомобила у односу на други:

- a) када се крећу у истом смеру;
- б) у сусрет један другом (имају супротне смерове кретања)?

Подаци: $v_1 = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, $v_2 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$;
 $v = ?$; $v' = ?$



Решење.

а) Када се крећу у истом смеру, брзина једног аутомобила у односу на други добија се одузимањем вредности њихових брзина:

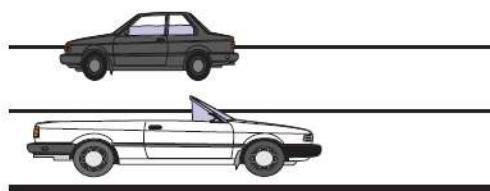
$$v = v_1 - v_2 = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \mathbf{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}}$$

б) Ако се аутомобили крећу у сусрет један другом, онда је вредност брзине једног у односу на други једнака збире вредности њихових брзина.

$$v' = v_1 + v_2 = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \mathbf{180 \frac{\text{km}}{\text{h}}}$$

Ову чињеницу треба имати на уму када својим возилом претичемо друга возила.

12. Два аутомобила крећу се дуж истог пута у супротним смеровима, удаљавајући се један од другога. Један од тих аутомобила има два пута већу брзину од другог у



односу на пут. Израчунати брзине аутомобила ако се зна да је брзина једног аутомобила у односу на други $240 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Подаци: $v_1 = 2 v_2$, $v_1 + v_2 = 240 \frac{\text{km}}{\text{h}}$; $v_1 = ?$, $v_2 = ?$

Решење:

$$2v_2 + v_2 = 240 \frac{\text{km}}{\text{h}}; 3v_2 = 240 \frac{\text{km}}{\text{h}}; v_2 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}},$$

$$v_1 = 240 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 160 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

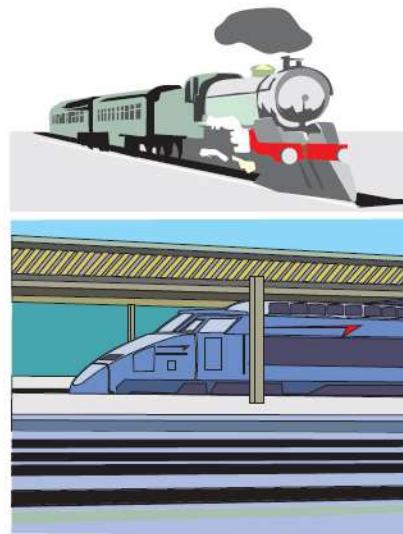
13. Воз дужине 60 м креће се брзином $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Према њему креће се други воз дужине 45 м, брзином $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. За које време пролазе возови један поред другога?

Подаци:

$$\ell_1 = 60 \text{ m}, v_1 = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$\ell_2 = 45 \text{ m}, v_2 = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{54 \cdot 1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}; t = ?$$



Решење: $t = \frac{\ell_1 + \ell_2}{v_1 + v_2} = \frac{60 \text{ m} + 45 \text{ m}}{20 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 3 \text{ s}$

14. Из два места на истој обали реке чије је међусобно растојање $2,88 \text{ km}$ истовремено крену два чамца један другом у сусрет. Брзине чамца у односу на воду имају једнаке вредности и износе $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Брзина речне воде је $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

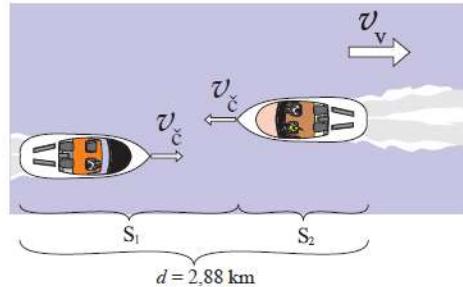
- a) Колико је прошло времена до њиховог сусрета;
- b) колика растојања пређу чамци до места сусрета?

Подаци: $d = 2,88 \text{ km} = 2880 \text{ m}$, $v_c = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $v_v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$;

$$t = ?, s_1 = ?, s_2 = ?$$

a) Међусобно растојање места на истој обали реке једнако је збиру пређених путева ових чамаца до сусрета:

$$d = (v_c + v_v) \cdot t + (v_c - v_v) \cdot t,$$



$$\text{Одавде, следи: } t = \frac{d}{2v_c} = \frac{2880 \text{ m}}{2 \cdot 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 120 \text{ s}$$

б) Чамац низводно прелази пут:

$$s_1 = (v_c + v_v) \cdot t = 1680 \text{ m},$$

а чамац, узводно:

$$s_2 = (v_c - v_v) \cdot t = 1200 \text{ m.}$$

ТЕСТ ЗНАЊА



1. Од наведених облика кретања материје у механичко кретање спадају:

а) сагоревање свеће;



б) кретање пешака;



в) лет хеликоптера;



г) лет птице;



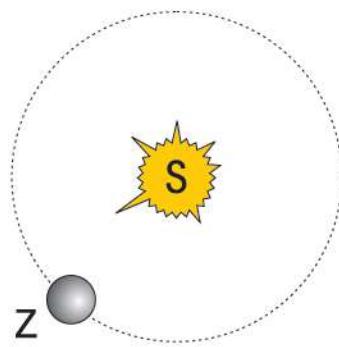
д) појава муње.



Број поена 5

2. У датим примерима механичког кретања издвојити она у којима се тела могу посматрати као материјална тачка:

- а) лет авиона на релацији Београд – Париз;
- б) кретање лопте у време фудбалске утакмице;
- в) скок папагаја у кавезу;
- г) кретање коња у боксу;
- д) кретање Земље око Сунца;
- ђ) не знам.



Број поена 5

3. Пређени пут код равномерно праволинијског кретања одређен је _____, _____ и _____ кретања.

Број поена 5

4. За познавање брзине тела, поред њене вредности (интезитета), треба знати _____ и _____ кретања.

Број поена 5

5. Казаљка на брзинометру аутомобила у току вожње показује исти број, рецимо 100.

- a) како се аутомобил тада кретао;
- b) може ли возач само на основу тог податка, направно, без осматрања околине, одредити правац и смер кретања аутомобила?



Број поена 5

6. Која је јединица брзине већа $1 \frac{m}{s}$ или $1 \frac{km}{h}$? Колико пута?

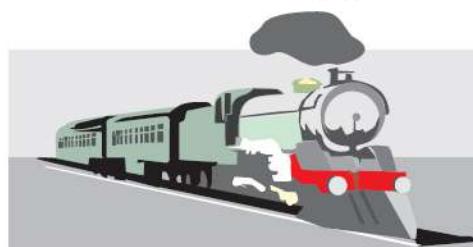
Број поена 5

7. Аутомобил се креће сталном брзином $20 \frac{m}{s}$. Колики пут пређе за $2,5 \text{ min}$?



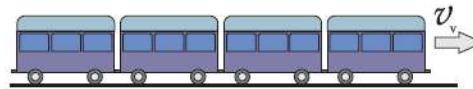
Број поена 5

8. Воз се креће од Београда према Нишу. Да ли се у току кретања воза путник у њему може кретати од Ниша према Београду?



Број поена 5

9. Путник се креће у возу брзином $7,2 \frac{km}{h}$ у односу на вагон у смеру његовог кретања. Брзина воза је $20 \frac{m}{s}$ у односу на земљу. Колика је брзина путника у односу на земљу?



Број поена 5

10. Милан и Лука станују у истој згради и похађају исту школу. Милан крене у школу у 7 h и 30 min и равномерно праволинијским кретањем брзином $3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ стигне у школу у 7 h и 45 min. Лука крене у школу у 7 h и 35 min и стигне у школу у исто време као и Милан. Колика је брзина којом се кретао Лука?



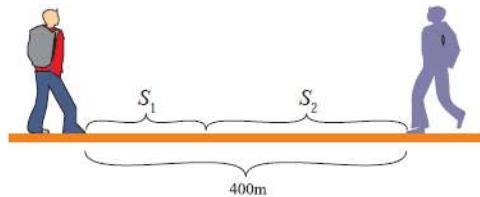
Број поена 10

11. Бициклиста је прешао пут 1,8 km за 5 min. Колики пут ће прећи за 0,5 h, ако се креће истом брзином?



Број поена 5

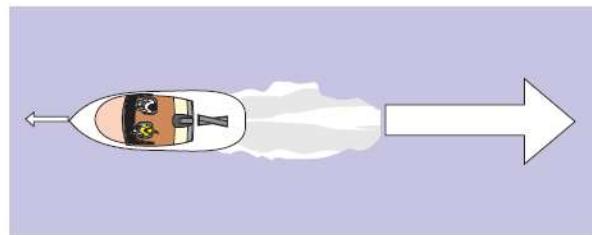
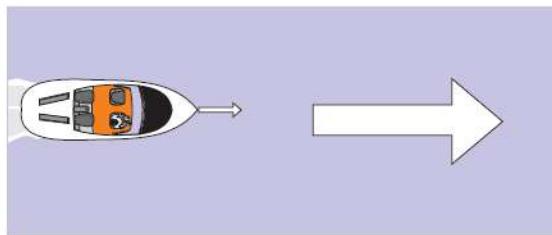
12. Два ученика стоје на међусобном растојању од 400 m. У истом тренутку они стартују један другом у сусрет и после 40 s се сретну. Ако се један од тих ученика кретао брзином $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, колика је била брзина другог ученика?



Број поена 10

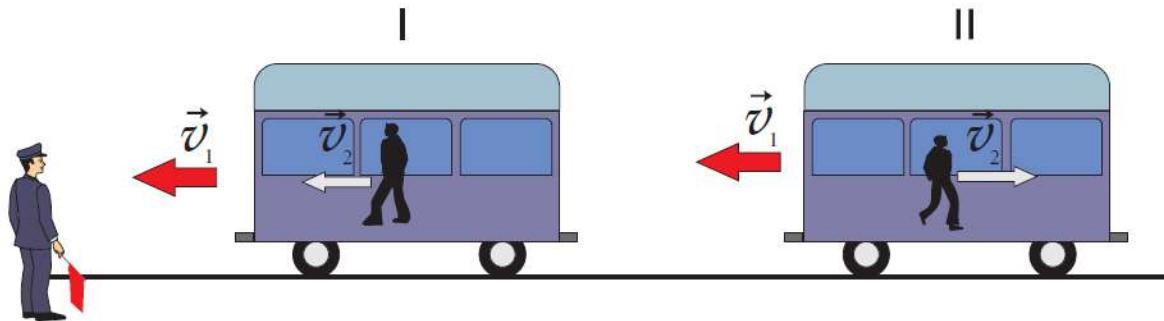
13. Брзина речног тока је $2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Чамац се креће брзином $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ у односу на воду. Колика је брзина чамца у односу на обалу, ако се он креће:

- а) низводно (у смеру речног тока);
- б) у супротном смеру од смера речног тока (узводно)?



Број поена 10

14. У вагону се налази дечак, а поред пруге стоји железничар. Вагон се приближава железничару брзином $50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Дечак у вагону се креће брзином $5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$: једном у смеру кретања вагона, а други пут у супротном смеру (слика). Колика је вредност брзине дечака у једном и другом случају у односу на железничара?



Број поена 10

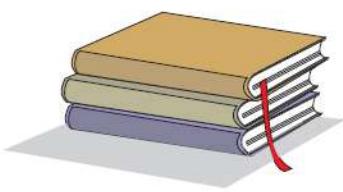
15. Бициклиста је прешао 68 km за 2 сата. Затим се одмарао 1 сат, па је следећих 40 km возио 2 сата. Колика је вредност средње брзине кретања?

Број поена 10

СИЛА – УЗАЈАМНО ДЕЛОВАЊЕ (ИНТЕРАКЦИЈА)

Тела у стању мировања не могу да се покрену сама од себе. То се може остварити само деловањем других тела. Књигу са стола (сл. 3.1), кликер са пода покрећемо рукама, колица гурамо или вучемо, фудбалску лопту шутирамо (сл. 3.2), запрежна кола вуку коњи, железничку композицију локомотива (сл. 3.3) итд. Покренута билијарска кугла путем судара покреће остale кугле на столу. У свим наведеним примерима:

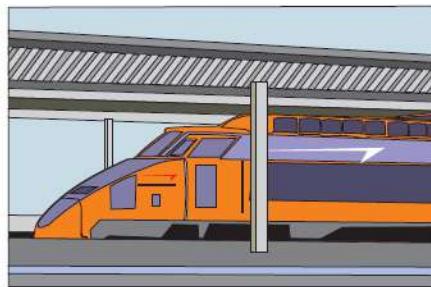
Узајамна деловања су остварена непосредним додиром (контактом) тела и она су изазвала промену стања кретања, односно брзине тела. (Стање мировања је специјалан случај кретања где је релативна брзина тела једнака нули).



Сл. 3.1. Књиге на столу



Сл. 3.2. Фудбалер шутира лопту



Сл. 3.3. Локомотива покреће воз

Узајамна деловања могу да постоје и када тела нису у непосредном додиру. Имали смо прилике да посматрамо пад испуштеног тела са неке висине: кликера, падобранца или на пример, пад зреle јабуке (сл. 3.4).

Шта узрокује пад тела на Земљину површину? Знамо да је то Земљино привлачно деловање које се остварује посредством **гравитационог поља**.

Узајамно деловање наелектрисаних тела остварује се посредством **електричног поља** (сл. 3.5).

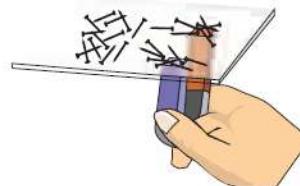
Посредник (преносилац) узајамног деловања између магнета и гвоздених предмета је **магнетно поље** (сл. 3.6).



Сл. 3.4. Јабука је пробудила посјанка



Сл. 3.5. Испоимена наелектрисана тела се одбијају а разноимена привлаче



Сл. 3.6. Маћнит привлачи гвоздене ексере

Физичко поље је посредник (преносилац) узајамног деловања тела (честица). (Физичка поља ћемо детаљније упознати у старијим разредима).

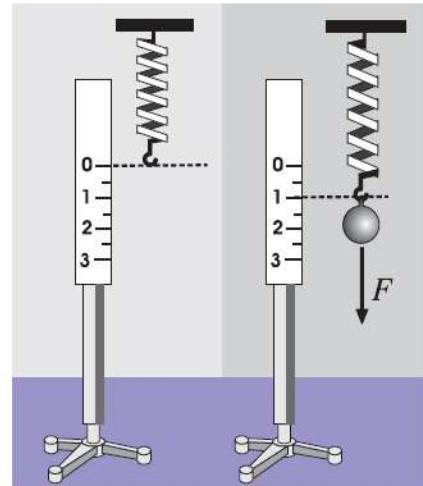
Које последице могу да настану приликом узајамног деловања тела?

Претходно смо установили да је промена **стања кретања (брзине)** тела **узрокована узајамним деловањима тела.**

Осим промене стања кретања, **узајамно деловање тела, може да изазове и деформацију тела**, што се илуструје лептиром и медведом на лежаљци (сл. 3.7). Притиском на надувани балон или на гумену лопту, долази такође, до промене њиховог облика.



Сл. 3.7. Демонстрирање силе еластичности



а) б)

Сл. 3.8. Мешална опруга без оптерећења и са тегом

Обично, посматрамо и анализирамо деформацију металне спиралне опруге (сл. 3.8). У случају под а) опруга је без тегова и није деформисана (нема спољашњег деловања). На слици под б) опруга је оптерећена тегом и услед тога је деформисана, зависно од броја тегова. Скидањем тегова, опруга се враћа у првобитан облик (стање).

СИЛА

Узајамно деловање двају тела је обострано и истовремено. Међутим, нас најчешће не занима цео скуп тела која делују једно на друго. Обично посматрамо само једно тело и пратимо његово понашање. Тада једноставно кажемо да на то тело делује неко друго тело (сила).

За описивање узајамног деловања тела користи се физичка величина назvana **сила**.

Сила је мера узајамног деловања (интеракције) тела. Или:

Сила је узрок промене стања кретања тела, односно његове брзине или деформације тела (промене облика).

За потпуно познавање **силе**, поред њене вредности (интензитета, некад се каже и јачине) треба знати њен правац и смер деловања.

Сила се најчешће означава са F , ако се приказује само њена вредност (интензитет). У случају да се симболом обухватају поред интензитета, правац и смер, онда се изнад слова ставља хоризонтална стрелица (\vec{F}).

Јединица силе је њутн (N). Назив је дат у част енглеског физичара Исака Њутна. Користе се и мање и веће јединице, најчешће **милињутн (mN)** и **килоњутн (kN)**.

1 N = 1000 mN, односно 1 mN = 0,001 N;

1 N = 0,001 kN, односно 1 kN = 1000 N.

За графичко приказивање силе користи се усмерена дуж. Вредност њене дужине, односно број подељака одговара интензитету силе. Договорно се узима да једном подељку одговара одређена вредност силе (њутн или његови делови). Правац дужи је правац силе, а њена стрелица показује смер деловања силе. Поред тога, сила има и нападну тачку у којој је „концептисано“ њено деловање.

На слици 3.9. је приказана сила од три мерне јединице њутна (N), њена нападна тачка A, правац силе AB и смер од A ка B.



Сл. 3.9. Графички приказ сile

ГРАВИТАЦИОНА СИЛА

Када тела држимо у руци, осећа се да она притискају руку надоле. Ослобођена ослонца она падају на Земљу. На пример, књига испуштена из руке пада вертикално наниже. Тела испуштена и са већих висина, такође, падају на Земљину површину. Земљина гравитациона сила делује и на Месец (сл. 3.10) као и на друга небеска тела.

Да ли баш сва тела падају на Земљину површину? Шта је, на пример, са надуваним балоном, птицом, авionом итд. Сигурно је, да би и та тела падала на Земљину површину да их не спречавају друге сile које их одржавају у ваздуху.

Зашто тела падају на Земљину површину? Одговарамо једноставно: зато што их Земља привлачи.

Земљина привлачна сила делује не само на тела на њеној површини и околини, него и на Месец и друга небеска тела.

Привлачно деловање Земље на тела је њена гравитациона сила.

Земљина гравитациона сила често се зове и **Земљина тежа**. Може се говорити о Месечевој тежи, Венериној тежи, Сунчевој тежи, итд.



Сл. 3.10. Земљина гравитациона сила делује и на Месец

Земљина гравитациона сила има правац Земљиног полупречника, а усмерена је према њеном центру (сл. 3.11).

Појам гравитационе силе, се не односи само на привлачење између Земље и тела, него и на привлачно деловање између било која два или више тела. Међутим, највише опажамо Земљину гравитациону силу.

Гравитациона сила има опште значење. Она делује између свих тела у Висиони.

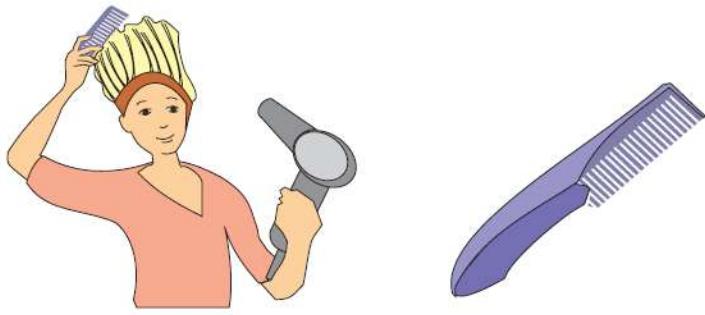


Сл. 3.11. Земљина гравитациона сила (Земљина тежка)

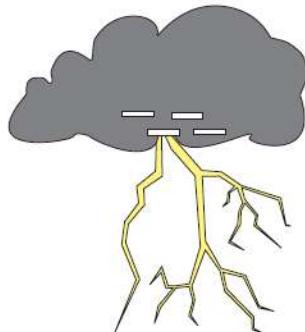
ЕЛЕКТРИЧНА СИЛА

Из искуства је познато да се чује слабо пуцкетање када се чешља сува коса. Праменови суве косе подижу се у правцу кретања чешља (сл. 3.12).

Позната је појава севања муње између облака или између облака и објекта на Земљи (врхови планине, електричног стуба, дрвета, зграде, итд.). Није ретко да запазимо и варничење трола на тролејбусу или трамвају итд...



Сл. 3.12. Провлачењем кроз косу чешаљ се наелектрише

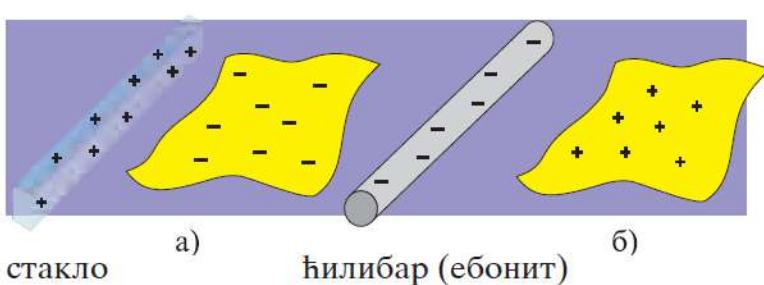


Сл. 3.13. Појава муње и грома

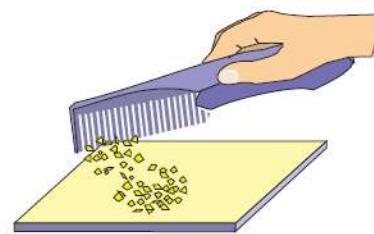
Ове и многе друге појаве су последица **наелектрисаности, посебног свойства тела**.

Чешаљ се наелектрисао трењем о суву косу; при томе се наелектрисала и коса.

Трењем могу да се наелектришу и друга тела. Када се протрљају крзном, могу да се наелектришу ћилибар, стакло, разна пластична тела... (сл. 3.14).



Сл. 3.14. Наелектрисавање тела трењем



Сл. 3.15. Наелектрисани чешаљ привлачи папира

Наелектрисана тела имају посебна својства, која се испољавају на разне начине. На пример, када се наелектрисани чешаљ приближи комадићима папира, он ће их привући. При томе наелектрисани чешаљ није морао да буде у непосредном додиру са папиром (сл. 3.15).

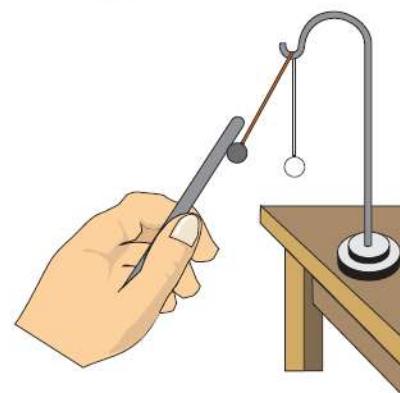
Око сваког наелектрисаног тела постоји електрично поље.

Електрично поље испољава се силом којом наелектрисано тело делује на друга наелектрисана тела.

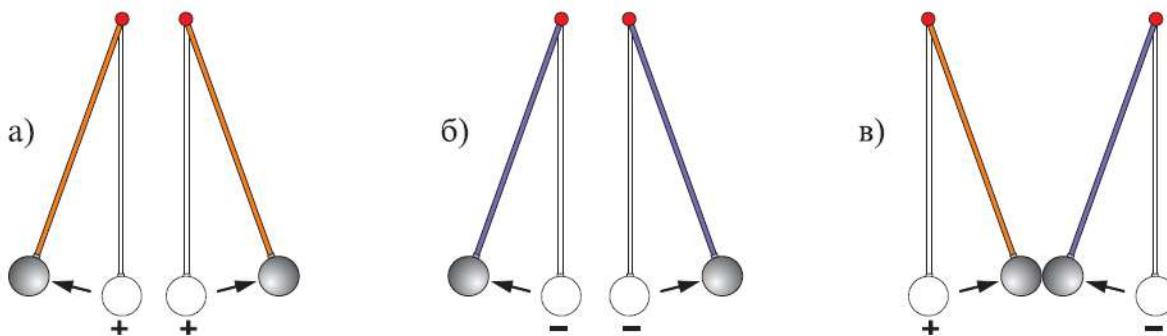
Два наелектрисана тела могу да се привлаче или одбијају.

За описивање понашања наелектрисаних тела може да се користи **електрично клатно**. То је куглица од папира, зовине сржи или стиропора, која виси о танком свиленом концу на сталку од стакла, ебонита или поливинила. Када стаклену шипку протрљамо свилом (или ебонитну шипку крзном), па је принесемо куглици, шипка ће привући куглицу (сл. 3.16).

У следећем огледу користићемо два електрична клатна. Ако стакленом шипком наелектришемо куглице оба клатна, оне ће се одбијати (сл. 3.17, под а). Ове куглице би се међусобно одбијале и да су биле наелектрисане ебонитном шипком (сл. 3.17, под б).



Сл. 3.16. Наелектрисана шипка привлачи електрично клатно



Сл. 3.17. Испоимено наелектрисана тела се одбијају, разноимено наелектрисана привлаче

Међутим, ако једну куглицу наелектришемо стакленом, а другу еbonитном шипком, оне ће се узајамно привлачiti (сл. 3.17, под в).

Да би се разликовало „стаклено“ од „ебонитног“ наелектрисања, уведени су називи позитивно (+) и негативно (-). Усвојено је да се **куглица стакленом шипком наелектрише позитивно, а еbonитном шипком – негативно.**

Електрична сила је мера узајамног деловања наелектрисаних тела.

Електрична сила је привлачног или одбојног карактера. Истоимено наелектрисана тела се узајамно одбијају, а разноимено наелектрисана тела привлаче.

За разлику од електричне, гравитациона сила је увек привлачног карактера.

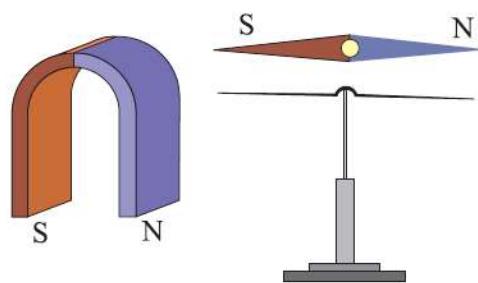
МАГНЕТНА СИЛА

Од давнина је познато да гвоздена руда магнетит има својство да привлачи комадиће гвожђа или челика. Од магнетита потиче назив **магнетизам**.

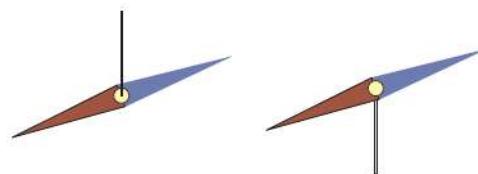
Тела која се налазе у природном стању и испољавају магнетна својства, називају се **природни магнети**.

Вештачки магнети праве се у облику шипке, потковице, игле и у другим облицима (сл. 3.18).

Када се магнетна игла обеси о конац или ако се постави на вертикални шиљак (сл. 3.19), она се увек поставља у правцу север – југ. Због тога се онај крај магнета који се поставља (обрће) према северу, назива **северни пол**, а онај крај игле који је усмерен ка југу – **јужни пол**. Северни пол магнета се обележава са N (енглески, North), а јужни магнетни пол са S (енглески, South). Најчешће су различito обојени.



Сл. 3.18. Вештачки маћнети



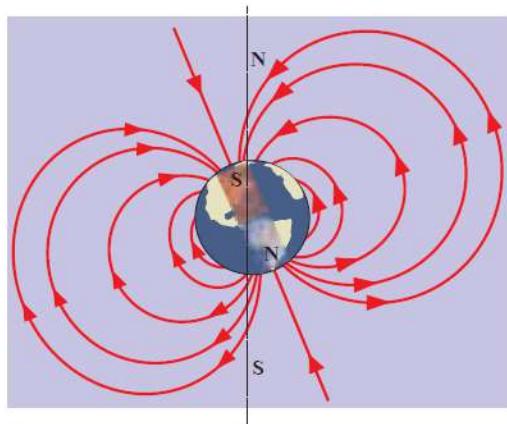
Сл. 3.19. Слободни положај

Магнетна игла у сваком месту на Земљи заузима исти правац (север – југ). То показује да око Земље постоји магнетно поље – **Земљино магнетно поље**. Значи, Земља се може посматрати као огромни магнет, чије магнетно поље делује на магнетна тела, наравно и на магнетну иглу (сл. 3.20). Магнетна игла својим северним полом (приближно) поставља се према северном географском полу. То значи да се северни магнетни пол Земље налази код јужног

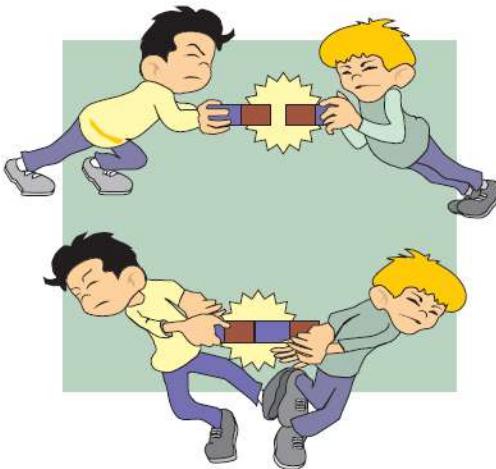
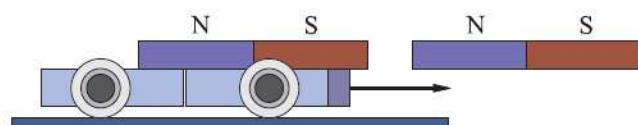
географског поља, а јужни магнетни поље, код северног географског поља. Магнетни полови Земље су, дакле, обрнуто постављени у односу на њене географске половине (сл. 3.20).

Око сваког магнета постоји магнетно поље које се испољава магнетном силом.

Узајамно деловање магнета може се показати једноставним огледом. На колица се причврсти магнет, а други магнет му се приближава или удаљава. Колица ће се кретати према магнету, као на слици 3.21. Када се један од магнета обрне за 180° , колица ће се кретати у супротном смеру. Узрок тог кретања је **магнетна сила**.



Сл. 3.20. Земља, велики магнет



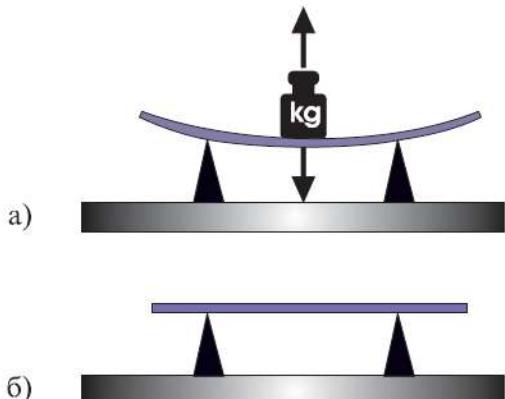
Сл. 3.21. Привлачење разноимених магнетних половова

Магнетна сила је мера узајамног деловања магнета. Може да буде привлачна или одбојна. Истоимени полови два магнета (нпр. јужни и јужни) се одбијају међусобно, док се разноимени (северни и јужни) привлаче.

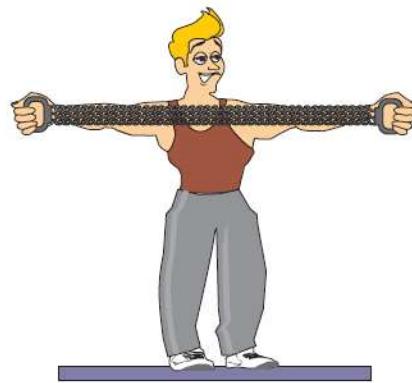
СИЛА ЕЛАСТИЧНОСТИ

Имали смо, можда, прилику да прелазимо преко висећег моста и осетимо страх због његовог угибања. Или, да у циркусу посматрамо акробате и да се дивимо њиховим скоковима по еластичној мрежи. Ако то нисмо доживели, онда смо сигурно имали могућност да опипамо гумену лопту и надувани балон. Притиском на та тела, уверили смо се, она мењају облик и димензије, а по престанку спољашњег деловања враћају се у првобитно стање.

Поставите пластични лењир на два ослонца и на њега ставите тег (сл. 3.22, под а). Тада тег деформише лењир. Када се тег скине, лењир се исправља и добија првобитни облик (сл. 3.22, под б).



Сл. 3.22. Пример сile еластичности

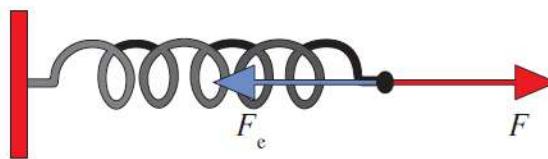


Сл. 3.23. Дечак расіеже спиралну опругу

Када дечак развлачи спиралне опруге, он осећа да се опруге опиру и то утолико јаче уколико су оне више развучене (сл. 3.23). По престанку дела-вања силе мишића руку, опруге се враћају у првобитно стање.

Шта после престанка дела-вања спољашњих сила узрокује враћање дефор-мисаних тела у првобитно стање? Одговор: **сила еластичности**.

Сила која се појављује у телу при измени његовог облика или димензија назива се сила еластичности. Има исти интензитет и правец као и спољашња сила која изазива деформацију тела, али је супротно усмерена (сл. 3.24). Тела која имају својства да се после престанка спољашњих дела-вања враћају у првобитан облик, зову се **еластична тела**. Тела која после дела-вања силе остају трајно деформисана су **пластична тела** (восак, смола, глина...).

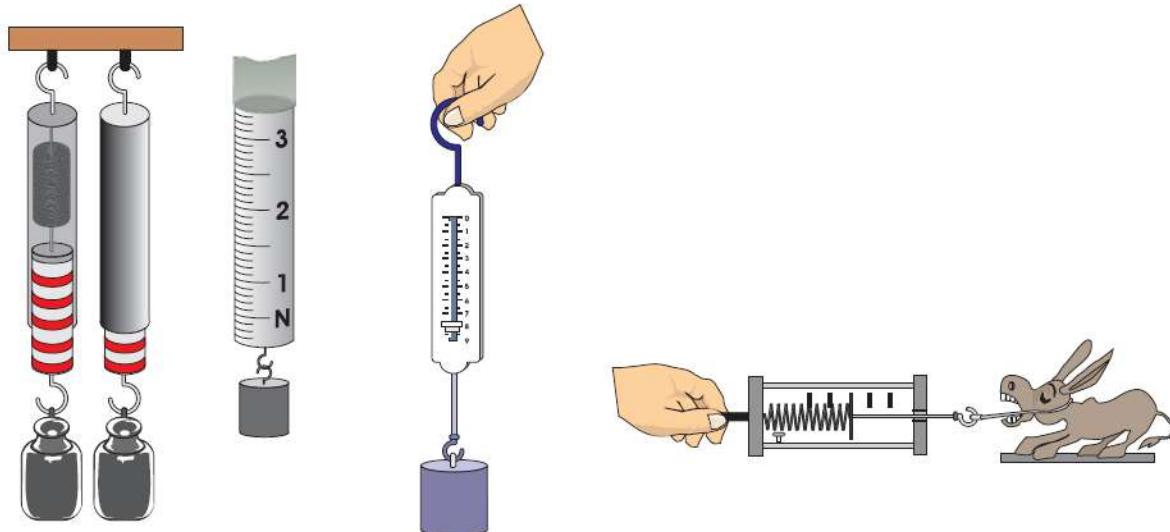


Сл. 3.24. Спољашња сила и сила еластичности

МЕРЕЊЕ СИЛЕ

Сила се мери **динамометром**. Назив потиче од грчке речи динамис – сила. Динамометар се састоји од еластичне опруге и скале са поделом у њутнима или његовим деловима. Користе се динамометри са различитим облицима мерне скале (сл. 3.25).

Помоћу динамометра могу да се мере вредности разних врста сила, али се најчешће користе за мерење тежине тела, силе трења и силе еластичности.



Сл. 3.25. Динамометри са различитим мерним скалама

Када на динамометар делује нека спољашња сила, окачи се на пример тег, или се преко динамометра вуче неко тело, онда се опруга динамометра истеже (сабија). Спољашњој сили супротставља се сила еластичности опруге (унутрашња сила). У стању равнотеже ових сила очитава се њихова вредност на скали динамометра.

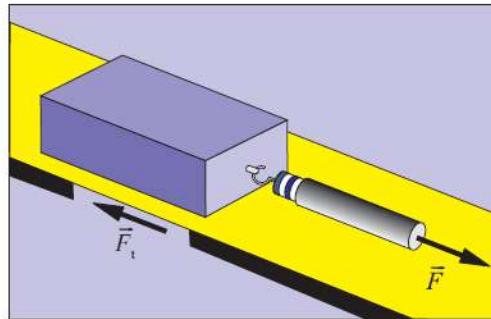
СИЛА ТРЕЊА

Кад се у вожњи искључи мотор аутомобила, он се зауставља после неког пређеног пута. Гурнута књига по столу или кликер по поду, такође се, након кратког времена заустављају. Гурнута по леду иста тела се такође заустављају, али прелазе дужи пут.

Узрок смањења брзине и заустављања тела чије кретање не подржава нека сила (нпр. сила вуче мотора, Земљина тежа ...) је **сила трења**.

Треба разликовати **трење** и **силу трења**. Трење је појава, а сила трења је величина која квантитативно одређује (дефинише) испољавање те појаве (трења).

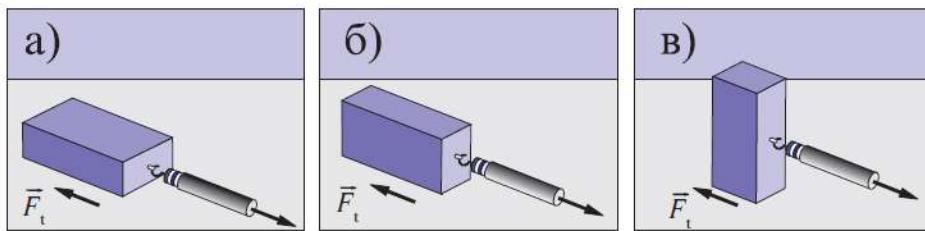
Мерење силе трења клизања. Тело (квадар) налази се на хоризонталној подлози, нпр. на столу (сл. 3.26). За тело је везан динамометар преко кога се оно може вући паралелно са подлогом. Ако је спољашња сила (у нашем случају сила вуче) једнака нули, тада сила трења не постоји. Са почетком деловања спољашње силе (силе вуче), појављује се и сила трења,



Сл. 3.26. Мерење силе трења клизања

која достиже максималну вредност у тренутку покретања тела. Дакле, у тренутку покретања тела под дејством спољашње сile, трење мировања „прелази“ у трење клизања. Када се интензитет сile трења и спољашње сile изједначе, тело се креће равномерно праволинијски (стална брзина). У стању равнотеже ових сила очитава се њихова вредност на динамометру.

Мерења показују да сила трења датог тела не зависи од величине његове додирне површине и подлоге. Тело у облику квадра помера се по подлози на три начина (сл. 3.27). У сва три случаја сила трења има једнаке вредности.

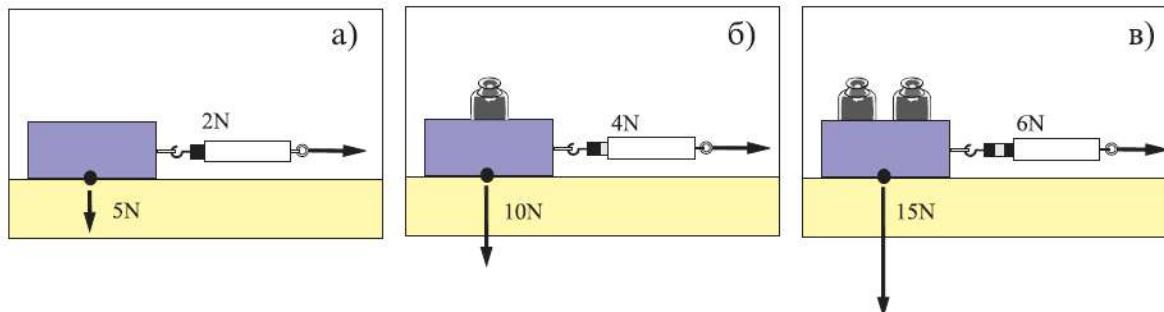


Сл. 3.27. Сила трења не зависи од величине додирне површине тела и подлоге

Вредност сile трења не зависи од величине додирне површине тела и подлоге.

Од чега зависи сила трења клизања?

На слици 3.28. је оглед којим се утврђује зависност интензитета сile трења клизања од тежине тела, односно сile којом тело нормално делује на хоризонталну подлогу.



Сл. 3.28. Сила трења се повећава са увећањем сile којом тело нормално делује на подлогу

Шта се закључује на основу резултата мерења у овом огледу?

Утврђује се да је однос интензитета сile трења F_t (који се очитава на динамометру) и интензитета сile којом тело нормално делује на подлогу (тежина тела и тегова) у сва три случаја исти број:

$$\frac{F_t}{F_n} = \frac{2N}{5N} = \frac{4N}{10N} = \frac{6N}{15N} = \dots = 0,4 = \mu,$$

односно: $F_t = \mu F_n$,

где је μ (грчко слово, чита се „ми“) **кофицијент трења**.

Интензитет сile трења клизања једнак је производу кофицијента трења и интензитета (укупне) сile којом тело делује нормално на подлогу; њен правац је у равни додирних површина, а смер је супротан смеру кретања тела.

Кофицијент трења (μ) зависи од својства тела и подлоге као и од степена углачаности њихових додирних површина. Одређује се експериментално и његова вредност је неименован број, мањи од јединице.

Како се објашњава трење?

На сваком телу, без обзира на степен углачаности, постоје неравнине, испупчења и издубљења. Када се покреће тело или се већ налази у стању кретања, онда ће испупчења (издубљења) тела задирати у удубљења (испуочења) подлоге и обратно (сл. 3.29). У макроскопским размерама, то ће се испољавати као сила трења. Када је тежина којом тело делује нормално на подлогу већа, тада ће испупчења једне додирне површине дубље задирати у удубљење друге површине, и стога ће сила трења бити већа.

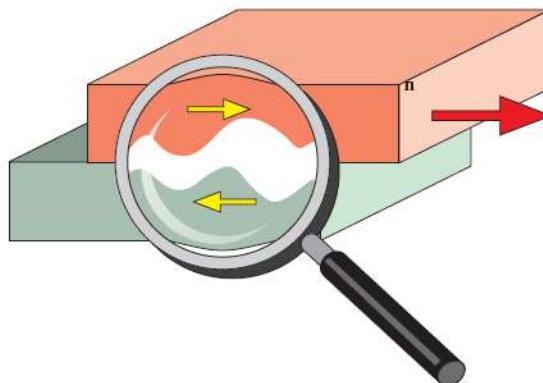
Сила трења клизања смањује се подмазивањем разним уљима додирних површина. Тада се сила трења не јавља између додирних површина чврстих тела него између слојева уља.

Замислите, шта би се десило, ако бисмо заборавили да сипамо уље у моторе наших аутомобила?

Поред трења клизања постоји и трење котрљања тела.

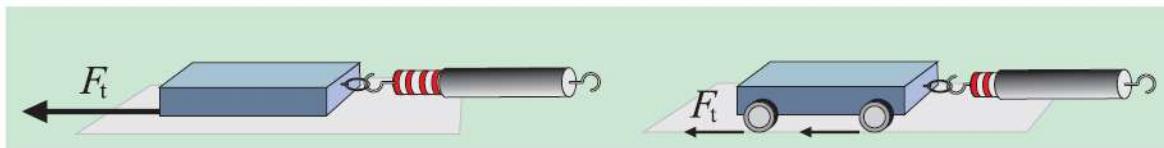
Сила трења котрљања. Знатно је мања од силе трења клизања код истих тела, што је илустровано на слици 3.30. Много је лакше померити по поду намештај са точкићима него без точкића; возила би се тешко кретала да нису на точковима... Стога се за смањење силе трења користе точкови, куглични и ваљкасти лежајеви.

При клизању, неравнине једног тела задиру у неравнине другог тела на релативно великом делу додирне површине, а при котрљању на знатно мањем



Сл. 3.29. Неравнине на додирним површинама тела

делу додирне површине. Због тога је сила трења котрљања мања од силе трења клизања код истог тела, што се очитава и на динамометру на слици 3.30.



Сл. 3.30. Сила трења клизања је већа од силе трења котрљања исходош тела

Трење је и корисно и штетно

Трење је некад корисно, чак и неопходно. Да нема трења, људи (и животиње) не би могли да се крећу. Без трења тела у стању мировања не би се могла покренути, а у стању кретања зауставити аутомобили, трамваји, возови... Кочнице код аутомобила и других превозних средстава не би могле да се користе да нема трења. Захваљујући трењу разни предмети могу да се држе у рукама, без трења би исклизнули из руку слично мокром сапуну. Ниједну фудбалску лопту голман не би могао задржати да не постоји трење...

Има примера где је трење и штетно: да нема трења обућу и одећу носили бисмо неограничено време, а аутомобилске гуме не бисмо морали мењати; престали бисмо да оштримо ножеве, секире, да мењамо разне делове код машина који се услед трења хабају, итд.

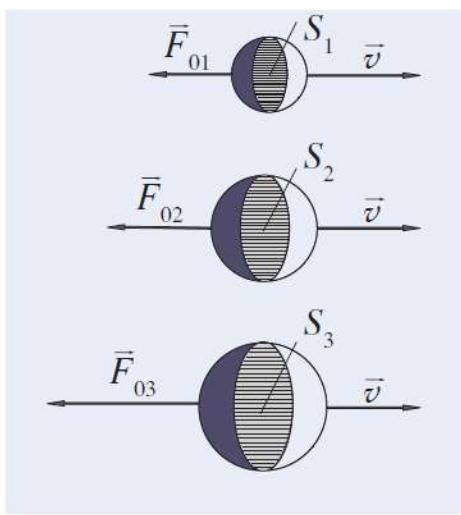
СИЛА ОТПОРА СРЕДИНЕ

При кретању чврстог тела кроз ваздух, воду или другу гасовиту или течну средину, јавља се отпор који успорава то кретање. Величина која карактерише (квантитативно одређује) тај отпор, назива се **сила отпора средине**.

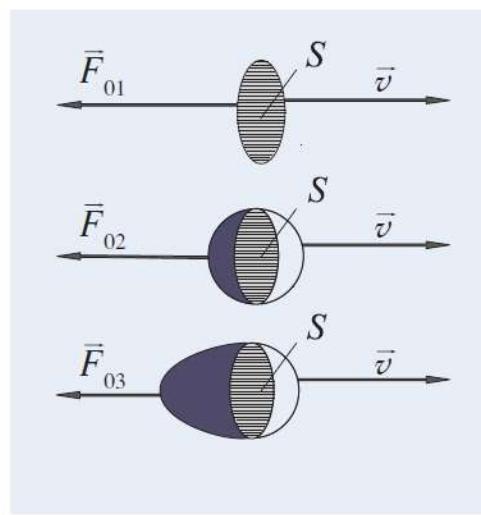
Од чега зависи сила отпора средине?

Из обичног искуства зnamо да чврста тела брже падају кроз ваздух него кроз воду. Дакле, **сила отпора зависи од природе (врсте) средине кроз коју се тело креће**.

Сила отпора средине зависи и од брзине којом се тело креће. Што је већа брзина тела, већа је и сила отпора средине. То се потврђује примером: када човек стоји у води, сила отпора не постоји; при ходању кроз воду, сила отпора се јавља, а при трчању кроз воду она се повећава.



Сл. 3.31. Сила отпора средине зависи од димензија тела



Сл. 3.32. Сила отпора средине зависи од облика тела

На слици 3.31. су три лопте које се крећу кроз исту средину једнаким брзинама. Највећа сила отпора средине делује на лопту највећег полупречника, а најмања на лопту најмањег полупречника. Значи, **сила отпора средине зависи од димензија тела.**

Конечно, **сила отпора средине зависи и од облика тела:** диск, кугла и издужено заобљено тело, крећу се једнаким брзинама кроз воду (сл. 3.32). Површине највећих нормалних пресека на правац кретања, такође, су једнаке. Највећа сила отпора делује на диск, нешто мања на куглу, а најмања на тело које има тзв. **аеродинамичан облик.** Аеродинамичан облик имају нпр. рибе, подморнице, авиони, хеликоптери...

Закључујемо:

Сила отпора зависи од средине кроз коју се тело креће, његове брзине, димензија и облика и усмерена је супротно смеру кретања тела.

СИСТЕМАТИЗАЦИЈА И ОБНАВЉАЊЕ ГРАДИВА

- За описивање узајамног деловања тела користи се физичка величина – **сила.**

Сила је мера узајамног деловања (интеракције) тела.

Или:

Сила је узрок промене стања кретања тела, односно његове брзине или деформације.

За потпуно познавање силе, осим њене вредности (интензитета) треба знати њен правац и смер деловања.

Тачка у којој је „концентрисано“ деловање силе на тело је њена „нападна тачка“.

Јединица силе је **њутн** (N). Користе се мање и веће јединице, најчешће **милињутн** (mN) и **килоњутн** (kN).

• Привлачно деловање Земље на тела је **Земљина гравитациона сила** (**Земљина тежа**). Има правац полупречника Земље, а усмерена је према њеном центру. Аналогно се може говорити и о гравитационим силама других небеских тела.

• Сила којом тело услед Земљине теже, делује на хоризонталну подлогу или затеже конац о који је обешено, када је у стању релативног мировања или у стању равномерно праволинијског кретања ($v = \text{const}$), назива се **тежина тела**.

• **Електрична сила** је мера узајамног деловања наелектрисаних тела. Она може да буде привлачног и одбојног карактера.

Истоимено наелектрисана тела се одбијају, разноимено наелектрисана тела се привлаче.

• **Магнетна сила** је мера узајамног деловања магнета и може бити привлачна и одбојна.

Истоимени полови два магнета се одбијају, а разноимени привлаче.

• Узрок враћања деформисаног тела (опруге) у првобитно стање (положај) након престанка спољашњег деловања је **сила еластичности**.

Интензитет сile еластичности тела (металне опруге) једнак је интензитету спољашње силе која је изазвала деформацију. Правац силе еластичности се поклапа са правцем спољашње силе, али је супротно усмерена.

• Узрок смањења брзине тела и његовог заустављања је **сила трења**. Она се јавља између додирних површина (тела и подлоге). Увек има смер супротан смеру кретања тела. Не зависи од величине додирне површине тела и подлоге. Вредност (интензитет) силе трења зависи од интензитета силе којом тело делује нормално на подлогу као и од храпавости додирних површина.

• Уређај за мерење силе је **динамометар**.

Динамометар се састоји од еластичне металне опруге поред које је причвршћена скала чија је подела дата у њутнима или његовим деловима. Кад се делује неком силом на динамометар (окачи се нпр. тег), еластична опруга се издужи и на скали се очита њена вредност.

• **Интензитет сile трења клизања једнак је производу коефицијента трења и интензитета укупне силе (тежине) којом тело делује нормално на подлогу; њен правац је у равни додирних површина, а смер је супротан смеру кретања тела**

$$(F_t = \mu F_n).$$

• **Сила отпора средине зависи од природе (врсте) средине кроз коју се тело креће, његове брзине, димензија и облика и усмерена је супротно смеру кретања тела.**

ДРУГА ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

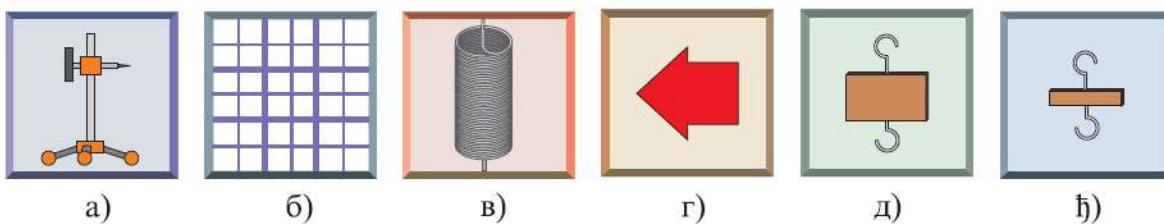
БАЖДАРЕЊЕ ЕЛАСТИЧНЕ ОПРУГЕ И МЕРЕЊЕ СИЛЕ ДИНАМОМЕТРОМ

Задатак

- Коришћењем тегова познате масе од по 100 g и 1g избаждарите еластичне опруге (динамометра).
- Користећи баждарену опругу (динамометар) измерите тежину неког тела из свог окружења.

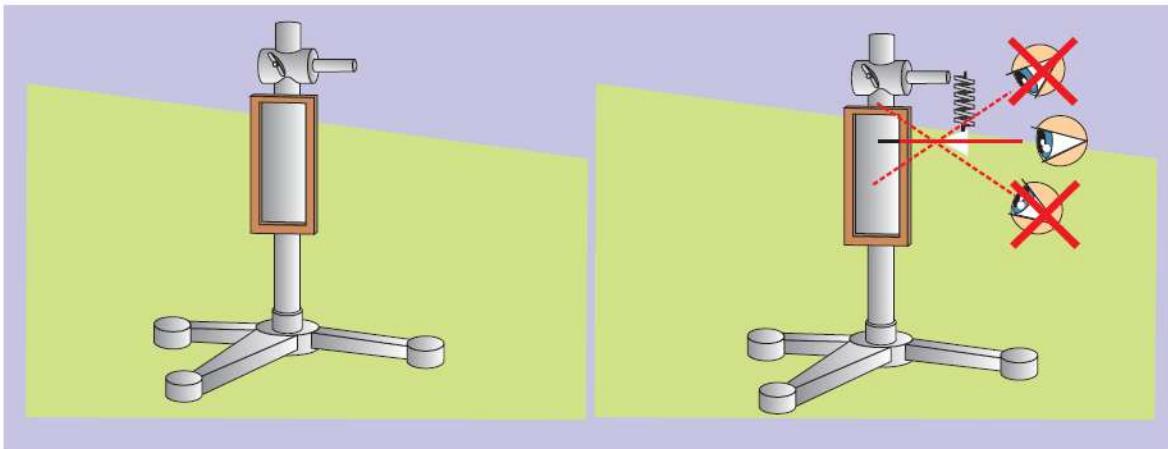
Прибор

- вертикални сталак (а)
- милиметарска хартија (б)
- опруга (в)
- папирна стрелица (г)
- тегови масе од 100 g (д)
- тегови масе од 1 g (ђ)

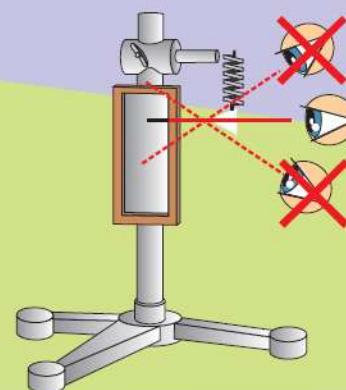


Упутство

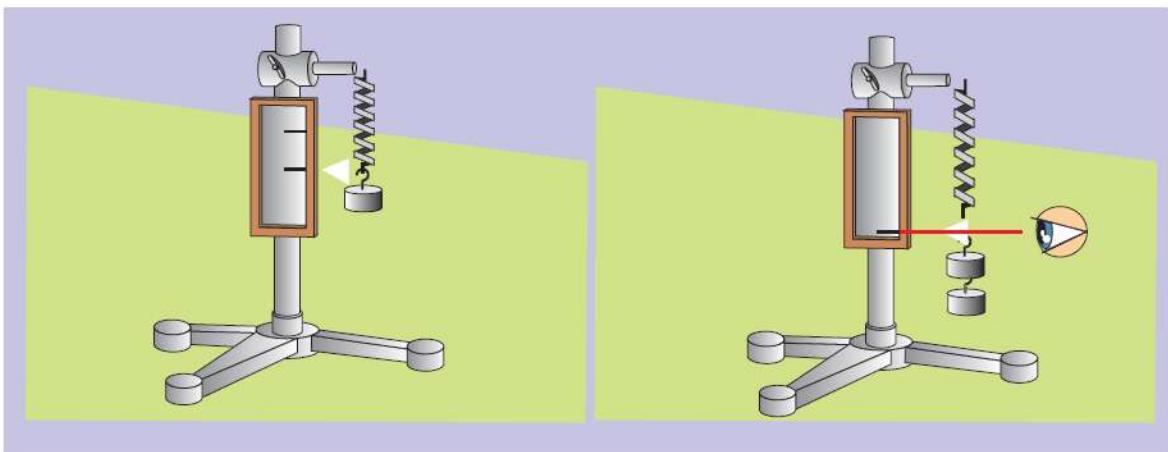
- На вертикалан сталак усправно поставите парче милиметарске хартије (слика 1). Паралелно са милиметарском хартијом осталак обесите неоптрећену опругу коју треба баждарити. На крај опруге поставите папирну стрелицу (слика 2). Затим на милиметарској хартији обележите положај врха папирне стрелице. Овај положај представља нулти положај опруге. Потом, на крај опруге, обесите тег од 100 g и два тега од по 1 g. Пошто се опруга умири, обележите положај врха стрелице на милиметарској хартији (сл. 3). Ово је подељак од 1 N пошто тег масе 102 g делује на опругу силом од једног њутна. Исти поступак поновите додајући тегове од по 100 g + 2 g (сл. 4). На овај начин сте избаждарили еластичну опругу и можете је даље користити као динамометар за мерење сile до 3 N.



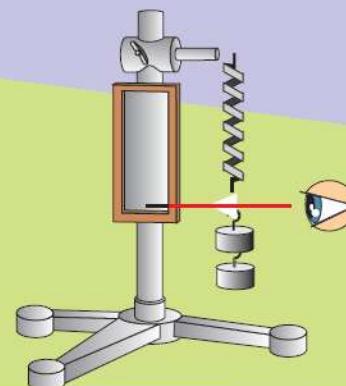
Слика 1



Слика 2



Слика 3



Слика 4

Приказивање резултата

Добијене резултате упишите у табелу.

Број тегова	Дужина опруге x [cm]	Повећање дужине опруге Δx [cm]
0		
1		
2		
3		

б) Измерите тежине три различита тела из непосредне околине користећи овако избаждарен динамометар.

Добијене резултате упишите у табелу.

Тело	Тежина тела [N]
тело 1	
тело 2	
тело 3	

Напомена: Међусобна растојања суседних подељака на милиметарској хартији су једнака јер је сила еластичности сразмерна издужењу опруге. Ово растојање можемо поделити на 10 једнаких делова, чиме добијамо десете делове мерне јединице силе (једног њутна).

Закључак

ТРЕЋА ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

МЕРЕЊЕ СИЛА ТРЕЊА ПРИ КЛИЗАЊУ И КОТРЉАЊУ

Задатак

Измерите интензитетете сила трења клизања и котрљања користећи динамометар.

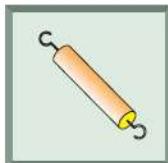
Одредите однос интензитетата ових двеју сила.

Прибор

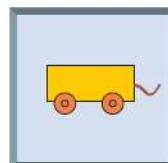
- равна хоризонтална подлога дужине 1 m (а)
- динамометар (б)
- тело у облику паралелопипеда са точковима (в)



а)



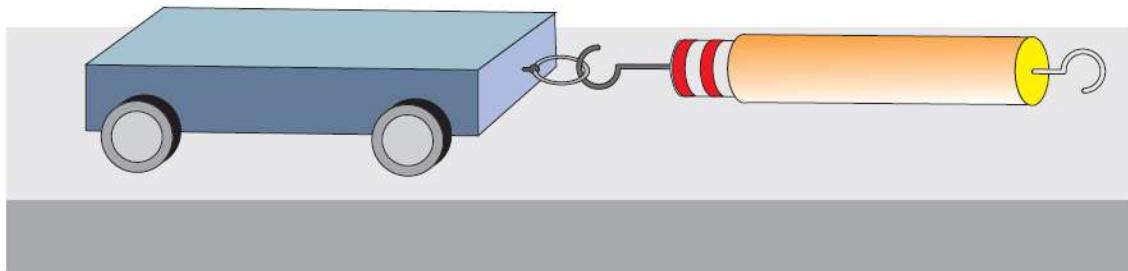
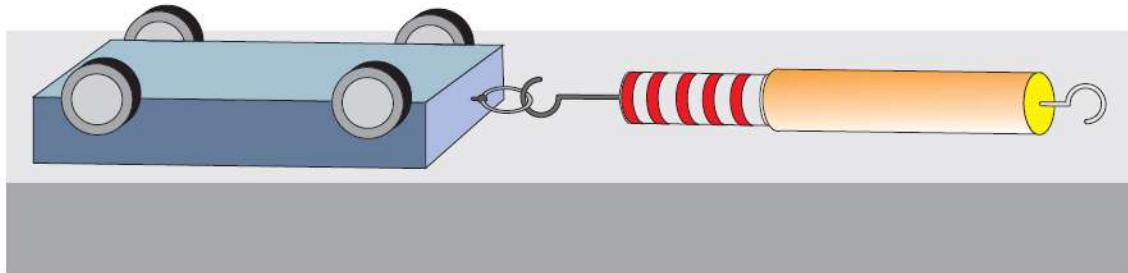
б)



в)

Упутство

На равну подлогу поставите паралелопипед тако да страна са точковима буде окренута нагоре. Везати динамометар за паралелопипед. Лагано, дуж



Слика 1

осе динамометра и паралелно са подлогом, повлачiti динамометар док се паралелопипед не покрене. Док се паралелопипед полако и равномерно креће по подлози, очитавати вредност вучне сile на динамометру (сл. 1). Интензитет вучне сile одговара интензитету сile трења клизања. Паралелопипед, затим окренути и поставити точковима на равну хоризонталну подлогу. Поновити цео ток експеримента као и у претходном случају. Овако добијен интензитет вучне сile одговара интензитету сile трења котрљања.

Добијене резултате у ова два експеримента рачунски упоредити преко њихових односа.

Добијене резултате унети у табелу.

Тело	Интензитет сile трења клизања F_{kl} [N]	Интензитет сile трења котрљања F_{ko} [N]	Однос интензитета сile трења клизања и трења котрљања $\frac{F_{kl}}{F_{ko}}$
Паралелопипед			
Коцка			
Ваљак			

Закључак

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Вучна сила трактора при орању земљишта износи 50 kN. Израчунајте вредност (интензитет) те силе у њутним и милињутнима.

Подаци: $F = 50 \text{ kN}$; $F [\text{N}] = ?$, $F [\text{mN}] = ?$

Решење:

$$F = 50 \text{ kN} = 50 \cdot 1000 \text{ N} = 50\,000 \text{ N};$$

$$F = 50\,000 \cdot 1000 \text{ mN} = 50 \cdot 10^6 \text{ mN}$$

2. На слици је приказан динамометар оптерећен тегом. Колики интензитет силе показује динамометар, ако је вредност једног подељка на његовој скали 0,2 N?

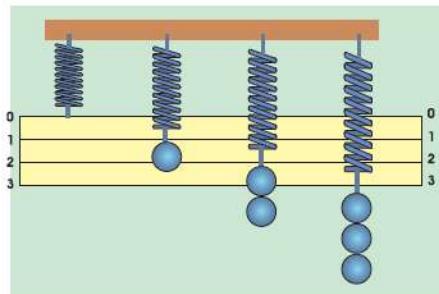


Решење:

Са слике се види да је динамометар, на који се делује силом (тежином тега), истегнут у односу на неоптерећено стање за дужину од 5 подељака. Једном подељку одговара вредност силе од 0,2 N, па је вредност силе коју региструје динамометар:

$$F = 5 \cdot 0,2 \text{ N} = 1 \text{ N}.$$

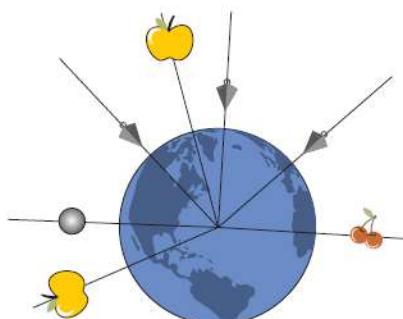
3. На слици је приказана спирална метална опруга са лењиром. Опруга се оптерећује са: 0; 1; 2 и 3 истоветна тега. Колике су вредности (интензитети) силе којима тегови делују на металну опругу ако подељци означени бројевима одговарају броју њутна?



Решење:

Са слике (у поставци задатка) се види да је опруга без тега (неоптерећена) показује нулти подељак. Оптерећена једним тегом показује вредност силе од 1 N, са два тега 2 N и са три тега 3 N.

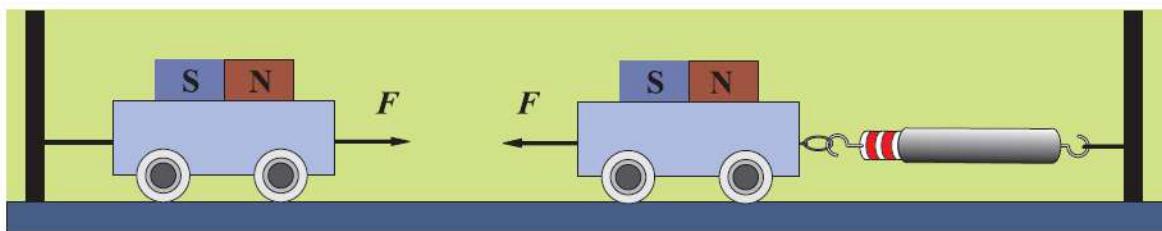
4. Земља има облик лопте. Где се секу правци путања по којима тела слободно падају на Земљину површину?



Решење:

Правци путања по којима тела слободно падају на Земљину површину, секу се у центру Земље.

5. Два магнета су учвршћена за колица од којих су једна везана за непокретан сталак, а друга су преко динамометра учвршћена за сталак који се може померити (слика).



Вредност једног подељка на скали динамометра је 2 N. Зашто се спирала динамометра истеже? Колика је вредност (интензитет) магнетне сile коју показује динамометар?

Решење:

Магнети на колицима су окренути један према другом супротним половина. Зато између њих делује привлачна магнетна сила. Пошто су магнети учвршћени за колица, услед њиховог узајамног привлачења десна колица ће се померити ка колицима учвршћеним за сталак (према левим колицима). Лева колица ће затегнути конац, а десна ће истегнути опругу динамометра. Динамометар ће показивати вредност магнетне сile.

Пошто једном подељку одговара вредност (интензитет) сile од 2 N, то динамометар показује вредност магнетне сile.

$$F = 5 \cdot 2 \text{ N} = 10 \text{ N}.$$

6. Метална еластична опруга се растеже силом интензитета 250 N и њена дужина се повећа за 5 cm. Колики је интензитет сile којом треба деловати да би се дужина опруге повећала за 10 cm?

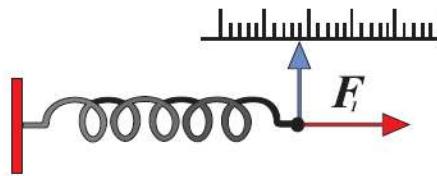
Подаци: $F_1 = 250 \text{ N}$, $x_1 = 5 \text{ cm}$, $x_2 = 10 \text{ cm}$;
 $F_2 = ?$

Решење:

Знамо да важи пропорција:

$F_1 : x_1 = F_2 : x_2$. Одавде је:

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot x_2}{x_1} = \frac{250 \text{ N} \cdot 10 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 500 \text{ N}$$



7. Метална еластична опруга има дужину 12 cm. Када се опруга развуче, њена дужина је 16 cm, а сила еластичности има вредност 100 N. За колико би требало сабити опругу у односу на недеформисано стање да би сила еластичности била 150 N?

Подаци: $\ell_0 = 12 \text{ cm}$, $\ell_1 = 16 \text{ cm}$, $F_1 = 100 \text{ N}$, $F_2 = 150 \text{ N}$; $x_2 = ?$

Решење:

Промена дужине опруге у односу на недеформисано стање када је интензитет силе 100 N, према подацима је:

$$x_1 = \ell_1 - \ell_0 = 16 \text{ cm} - 12 \text{ cm} = 4 \text{ cm.}$$

На основу пропорције $F_1 : x_1 = F_2 : x_2$, следи

$$x_2 = \frac{F_2 \cdot x_1}{F_1} = \frac{150 \text{ N} \cdot 4 \text{ cm}}{100 \text{ N}} = 6 \text{ cm.}$$

8. Еластична опруга има дужину 15 cm. Ако се на њу делује силом интензитета 50 N, њена дужина износи 20 cm. Колика је дужина опруге ако се она сабија силом интензитета 100 N?

Подаци: $\ell_0 = 15 \text{ cm}$, $\ell_1 = 20 \text{ cm}$, $F_1 = 50 \text{ N}$, $F_2 = 100 \text{ N}$; $\ell_2 = ?$

Решење:

Промена дужине опруге у односу на недеформисано стање када се на њу делује силом интензитета 50 N је:

$$x_1 = \ell_1 - \ell_0 = 20 \text{ cm} - 15 \text{ cm} = 5 \text{ cm.}$$

Сада треба наћи промену дужине опруге у односу на недеформисано стање када се на њу делује силом интензитета од 100 N. Користећи пропорцију:

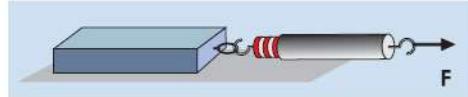
$F_1 : x_1 = F_2 : x_2$, добијамо:

$$x_2 = \frac{F_2 \cdot x_1}{F_1} = \frac{100 \text{ N} \cdot 5 \text{ cm}}{50 \text{ N}} = 10 \text{ cm}$$

Тражена дужина опруге је: $\ell_2 = \ell_0 - x_2 = 15 \text{ cm} - 10 \text{ cm} = 5 \text{ cm.}$

9. На слици је приказано мерење интензитета сile трења клизања динамометром.

Колики је интензитет сile трења клизања који показује динамометар у тренуку покретања тела? Једном подељку на скали динамометра одговара 5 N.

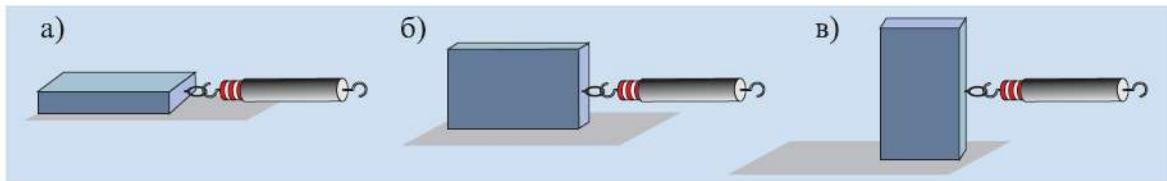
**Решење:**

Пошто једном подељку на скали динамометра одговара 5 N, он показује да интензитет сile трења износи:

$$F = 5 \cdot 5 \text{ N} = 25 \text{ N}$$

10. На слици су приказана три положаја истог тела. Шта показују мерења динамометром?

Колики је интензитет сile трења клизања тела у сва три случаја? Једном подељку на скали динамометра одговара 2 N.

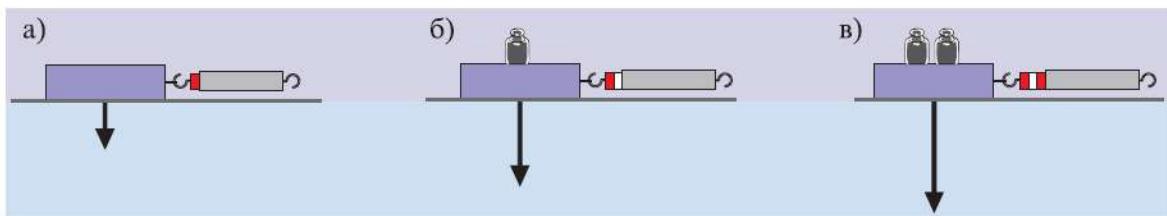


Решење:

У сва три случаја динамометар показује силу истог интензитета:
 $F = 5 \cdot 2 \text{ N} = 10 \text{ N}$.

То значи, да сила трења не зависи од величине додирне површине тела са подлогом.

11. На слици је приказано мерење интензитета сile трења клизања која делује на исто тело: а) без тегова, б) на тело постављен један тег, в) на тело постављено два тега. Једном подељку на скали динамометра одговара 5 N.

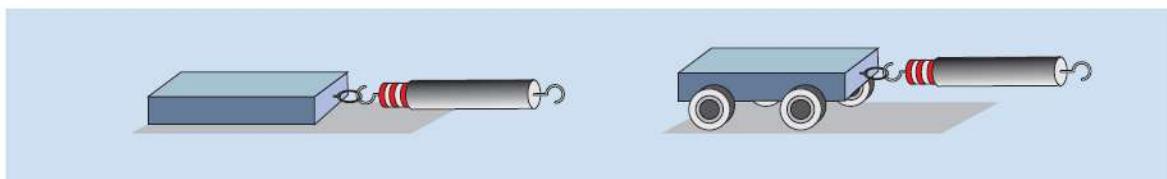


Шта показује мерење динамометром?

Решење:

Мерење показује да се интензитет сile трења клизања повећава са увећањем интензитета сile (тежине тела и тега) која нормално делује на подлогу. На слици под а) сила трења клизања износи 5 N, под б) сила трења је 10 N и под в) сила трења је 15 N.

12. Мерења интензитета сile трења клизања и сile трења котљања приказана су на слици.



Шта показују динамометри ако на првом – једном подељку на скали одговара 1 N, а на другом, једном подељку 0,1 N?

Решење:

Први динамометар показује интензитет силе трења клизања:

$$F_{t \text{ клизања}} = 5 \cdot 1 \text{ N} = 5 \text{ N}.$$

Други динамометар показује интензитет силе трења котрљања тела:

$$F_{t \text{ котрљања}} = 5 \cdot 0,1 \text{ N} = 0,5 \text{ N}.$$

Мерење показује да је вредност (интензитет) силе трења котрљања знатно мањи од интензитета силе трења клизања код истих тела (10 пута).

13. Тркачки аутомобил троши више горива од обичног аутомобила. Има ли то везе са силом отпора средине и са силом трења?

Одговор:

Тркачки аутомобил има већу брзину од брзине обичног аутомобила и на њега делује већа сила отпора средине. Услед тога мотор аутомобила сагорева већу количину горива да би савладао отпор.

ТЕСТ ЗНАЊА

1. Узајамна деловања тела могу да се остваре _____ тела и посредством _____ поља.

Број поена 5

2. Наведите пет примера узајамног деловања тела остварених непосредним додиром: _____, _____, _____, _____, _____.

Број поена 5

3. Набројите пет примера узајамног деловања тела која се остварују посредством физичког поља: _____, _____, _____, _____, _____.

Број поена 10

4. а) Сила је _____ узајамног деловања (_____) тела.

б) Сила је узрок _____ стања кретања (_____) тела.

в) Сила је узрок _____ тела.

Број поена 5

5. Сила је физичка величина коју одређују _____, _____, _____ и _____ тачка.

Број поена 5

6. Које су основне разлике између гравитационе и електричне силе:

- а) нема разлике;
- б) гравитациона сила има само привлачни карактер и постоји између свих тела, а електрична сила може да буде привлачна и одбојна и јавља се само између наелектрисаних тела;
- в) када између тела постоји електрична сила, онда међу њима нема гравитационе силе и обратно;
- г) гравитациона сила не постоји између наелектрисаних тела, а електрична се не јавља између електрично неутралних тела;
- д) не знам.

Број поена 10

7. Наведите три примера испољавања магнетне силе.

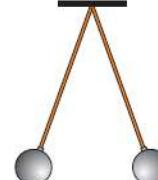
Број поена 5

8. Наведите пет примера испољавања силе еластичности.

Број поена 5

9. На слици су приказане две једнаке куглице обешене о исту тачку вешања.

Које врсте наелектрисања могу да имају куглице?



Број поена 5

10. Голман за време утакмице носи рукавице, да би:

- а) при хватању лопте повећао интензитет силе трења и тиме лакше задржао лопту;
- б) ублажио бол при хватању лопте;
- в) „продужио“ руке и ухватио и оне лопте које би га без рукавица мимоишле;
- г) заштитио прсте при судару са противничким играчем;
- н) не знам.



Број поена 5

11. У древним временима људи нису могли да схвате да Земља има облик кугле. Они су се питали како може човек, на супротној страни Земље, да стоји „наглавце“, ногама навише, а главом надоле. Говорили су да је то немогуће, јер би „отпали“ и изгубили се у космичком простору. Такво погрешно мишљење је настало услед непознавања:

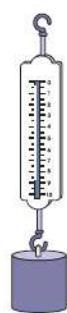
- а) Земљиног магнетног деловања;
- б) Земљиног гравитационог деловања;
- в) деловања гравитационих сила других небеских тела;
- г) деловања електричних сила;
- д) не знам.



Број поена 5

12. Да ли ће динамометар показати исту тежину тела на површини Земље, Месеца, Венере или на површини неког другог небеског тела?

- а) да;
- б) не.



Месец



Земља

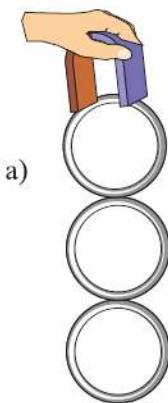
Број поена 5

13. На слици је представљен динамометар. Колика је вредност подељака означених целим бројевима на скали динамометра? Колика је вредност најмањег подељка на скали динамометра? Очитејте тежину тега обешеног на опругу динамометра.

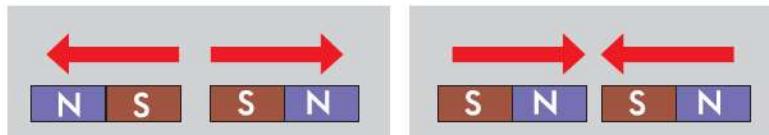


Број поена 10

14. Која сила се испољава на слици? Шта можете да кажете о тој сили?



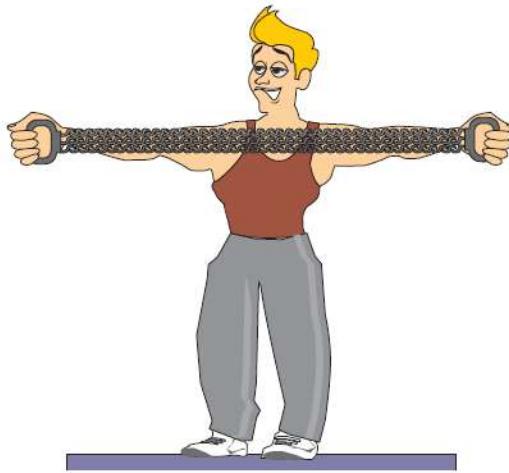
a)



б)

Број поена 5

15. На слици дечак истеже три повезане опруге (справа за истезање ради јачања мишића). Које силе се упоређују при истезању (сабирању) опруга? Шта можете да кажете о тим силама?



Број поена 5

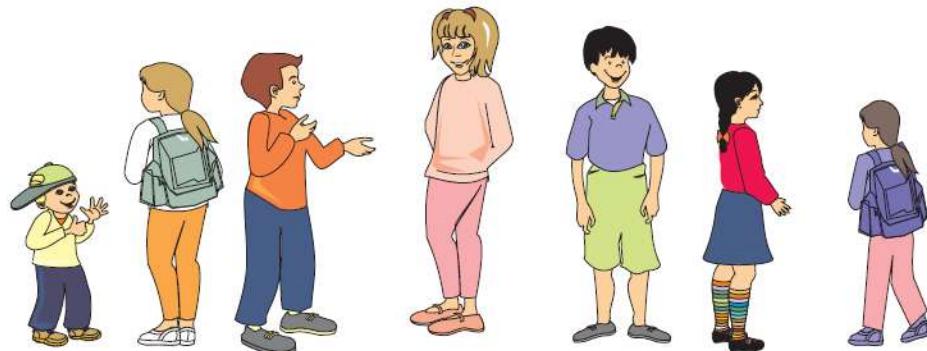
16. Милан сабија металну опругу силом интензитета 10 N и њена дужина се, у односу на недеформисано стање, смањи за 10 mm . Колики је интензитет сile којом би Лука требало да делује на опругу да би се њена дужина смањила за 30 mm у односу на недеформисано стање?

Број поена 10

МЕРЕЊЕ



Од најмлађих дана (и пре поласка у школу) деца почињу да се упоређују по висини, брзини, скоку у даљ и слично. Обично стану једно уз друго на равну подлогу и ређају се по висини, од највишег до најнижег или обрнуто (сл. 4.1). Војници у строју или смотрама су такође распоређени по висини.

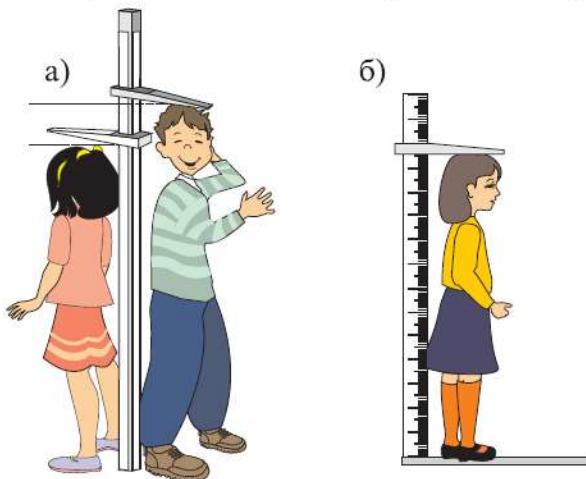


Сл. 4.1.

Деца своје висине могу да упоређују „одока“ или да то учитељ учини, посматрајући децу са стране. Проблем настаје, када рецимо двоје деце имају приближно једнаке висине. У том случају не може се закључивати визуелно („одока“) о томе које дете има већу (мању) висину. Потребно је прецизније (тачније) приступити упоређивању. Како је то могуће урадити ако имамо рецимо, оловку и правоугли троугао?

Поступићемо, као што је показано на слици 4.2, а).

Хоризонтално испрекидане линије повучене оловком означавају висине ова два детета. Закључујемо да је разлика између висина једнака



Сл. 4.2. Мерење висине

растојању између хоризонталних црта повучених на висини темена њихових глава.

На систематском прегледу висина ученика се одређује на начин приказан на слици 4.2, б).

Шта смо у овом примеру упоређивали? Упоређивали смо висине ученика и задовољавали смо се одговором: мања или већа висина. Међутим, рећи само да је неко (нешто) веће или мање висине, спорији или бржи, тежи или лакши, не значи баш много.

Да бисмо били прецизнији, претходно треба дефинисати појам **физичке величине**, њену **мерну јединицу** и упознати **методе мерења**.

За проучавање и описивање основних својстава материје и појава у физици користе се **физичке величине** (дужина, маса, време...).

Физичка величина се изражава као производ бројне вредности и одговарајуће мерне јединице:

$$\text{физичка величина} = \text{бројна вредност} \cdot \text{мерна јединица}$$

На пример: дужина греде је 4 m, маса тела је 50 kg, температура воде 20°C . У изразу $l = 4 \text{ m}$, имамо број 4 и мерну јединицу метар [m]. У изразу $m = 50 \text{ kg}$ број је 50 а мерна јединица килограм [kg], код $t = 20^{\circ}\text{C}$, број је 20, а мерна јединица Целзијусов степен [$^{\circ}\text{C}$].

Бројна вредност (или само вредност) физичке величине одређује се **мерењем**.

Скуп поступака (операција) којима се одређује вредност неке величине, изражене одговарајућом мерном јединицом, назива се мерење. Мерењем се утврђује колико је пута вредност дате величине већа или мања од вредности исте такве величине која је, договором, изабрана за јединицу мере.

На пример, када се мери дужина табле упоређује се њена дужина са дужином лењира од једног метра. Нека је установљено да је дужина табле 2,5 пута већа од дужине лењира.

Тада кажемо да табла има дужину 2,5 m.

Вредност неких физичких величин мери се непосредно. На пример, директно меримо дужину или ширину стола, дебљину књиге. Директно меримо и масу тела помоћу теразија. На основу познавања дужине и ширине стола можемо да израчунамо површину стола. Познавањем дужине ивице коцке можемо да одредимо њену запремину. Дакле, познавањем вредности једних величин, можемо да израчунамо вредности других величин. Међутим, постоји много више величине чије се вредности не могу директно мерити и израчунавати, већ посредно, применом одређеног техничког и рачунског поступка. У такве величине спада, на пример температура чија се вредност одређује термометром на основу нивоа живе (сл. 4.3).



Сл 4.3. Термометар са животом

ОСНОВНЕ И ИЗВЕДЕНЕ ВЕЛИЧИНЕ

Физичке величине, зависно од тога да ли су међусобно независне или зависне, деле се на **основне и изведене величине**. У складу с тим постоје **основне и изведене мерне јединице**. Помоћу основних величина и њихових јединица изражавају се све друге физичке величине и њихове јединице.

Величина	Ознака	Јединица	Ознака
Дужина	l	метар	m
Маса	m	килограм	kg
Време	t	секунд(а)	s
Температура	T	келвин	K
Јачина електричне струје	I	ампер	A
Јачина светlostи	J	кандела	cd
Количина супстанције	n	мол	mol

Табела 2: Основне величине и јединице Међународног система (SI)

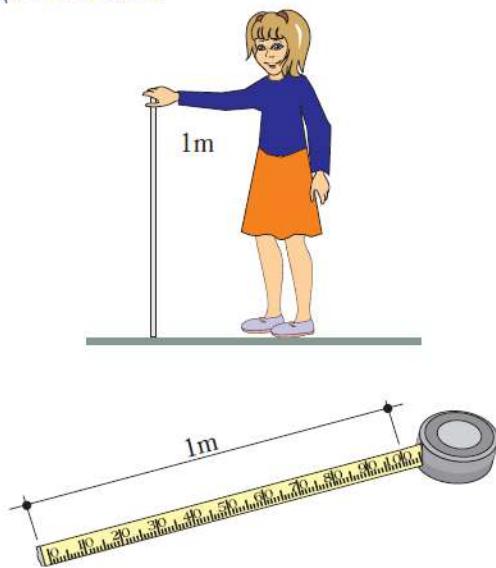
Величине и јединице означавају се одређеним симболима – словима. Физичке величине се пишу латиничним искошеним, а јединице латиничним усправним словима.

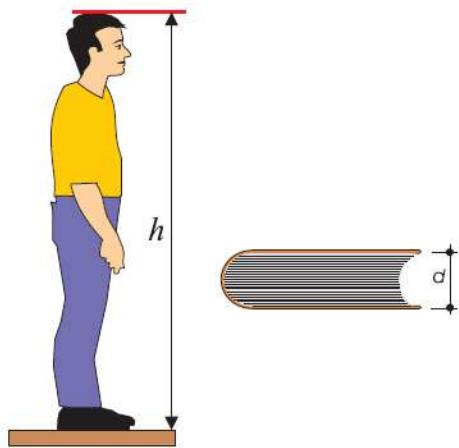
Основне величине и јединице Међународног система јединица за који се користи скраћеница SI, приказане су у табели 2.

МЕРЕЊЕ ДУЖИНЕ

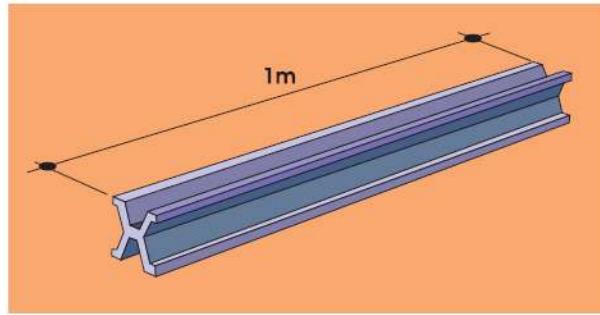
За физичку величину **дужина** користе се разни називи. Човек има одређену **висину**. За дужину пута између два града није ретко да кажемо **растојање**. Књига има **дебљину**, итд. Називи: **висина, растојање, дебљина, дужина пута** итд. имају исти физички смисао, мерну јединицу и обједињени назив **дужина**. Обично се обележава са l . (Могу да се користе и друге ознаке: $h, s, r \dots$).

Јединица дужине је метар (m).





Сл. 4.4. Висина и дебљина тела

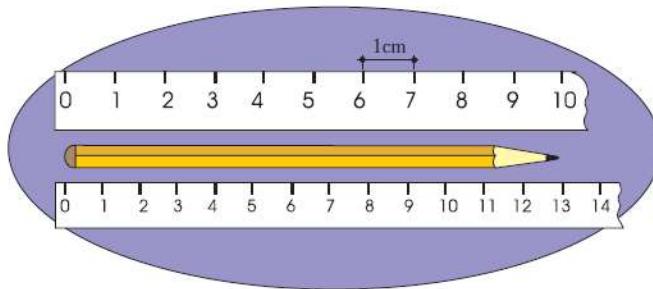


Сл. 4.5. Пројектот на еталон метра

Метар је непроменљива (стална) дужина, једнака растојању између две паралелне црте на прототипу (еталону) метра. Еталон метра чува се у Севру код Париза на сталној температури.

У пракси се користе и веће и мање јединице од метра. Растојање између градова обично се изражава у **километрима**, дебљина књиге или дужина оловке у **центиметрима**, дебљина жице у **милиметрима** итд.

Дужина оловке на слици је 13 см.



Однос између јединица дужине дат је у табели 3.

Веће јединице од 1 м	Мање јединице од 1 м
	1 м = 10 дм
	1 м = 100 см
	1 м = 1000 мм
1 км = 1000 м	1 дм = 0,1 м
	1 см = 0,01 м
	1 мм = 0,001 м
	1 дм = 10 см
	1 см = 0,1 дм
	1 мм = 0,1 см

Табела 3: Веће и мање јединице дужине од једног метра

Вредности дужине се могу сабирати (или одузимати) ако су изражене у истим мерним јединицама.

Пример

Атлетичар је трком прешао 5 km а наредних 800 m у спринту. Колики је укупни пут прешао?

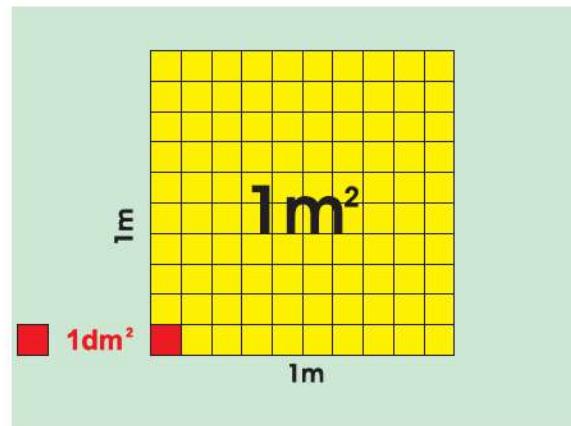
Решење: Могло би се казати да је атлетичар укупно претрчао 5 km и 800 m. Међутим, у физици је уобичајено да се вредност неке величине изражава једном мерном јединицом. Стога ћемо обе дужине пута изразити у метрима.

$$s_1 = 5 \text{ km} = 5000 \text{ m}; s_2 = 800 \text{ m}$$
$$s = s_1 + s_2 = 5000 \text{ m} + 800 \text{ m} = 5800 \text{ m}$$

МЕРЕЊЕ ПОВРШИНЕ

Основна јединица за површину је **квадратни метар** (m^2). Мање површине најчешће изражавамо у **квадратним центиметрима** (cm^2) и **квадратним милиметрима** (mm^2). Површине паркова, шума, ливада, обрадивог земљишта искazuју се у арима (ar) или хектарима (ha), а површине држава у **квадратним километрима** (km^2).

На основу односа између јединица за дужину, једноставно се успоставља и веза између одговарајућих јединица за површину (табела 4).



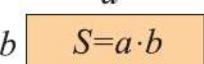
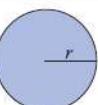
Веће јединице од 1 m^2	Мање јединице од 1 m^2		
$1 \text{ ha} = 10000 \text{ m}^2$	$1 \text{ m}^2 = 0,0001 \text{ ha}$	$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2$	$1 \text{ dm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$
$1 \text{ ha} = 100 \text{ ar}$	$1 \text{ ar} = 0,01 \text{ ha}$	$1 \text{ m}^2 = 10000 \text{ cm}^2$	$1 \text{ cm}^2 = 0,0001 \text{ m}^2$
$1 \text{ ar} = 100 \text{ m}^2$	$1 \text{ m}^2 = 0,01 \text{ ar}$	$1 \text{ m}^2 = 1000000 \text{ mm}^2$	$1 \text{ mm}^2 = 0,000001 \text{ m}^2$
$1 \text{ km}^2 = 1000000 \text{ m}^2$	$1 \text{ m}^2 = 0,000001 \text{ km}^2$	$1 \text{ dm}^2 = 100 \text{ cm}^2$	$1 \text{ cm}^2 = 0,01 \text{ dm}^2$
		$1 \text{ dm}^2 = 10000 \text{ mm}^2$	$1 \text{ mm}^2 = 0,0001 \text{ dm}^2$
		$1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$	$1 \text{ mm}^2 = 0,01 \text{ cm}^2$

Табела 4: Однос између јединица површине

Површина у физици обично се обележава са S .

Формуле за израчунавање површине неких геометријских фигура дате су у табели 5.

Мерење површине правилних фигура своди се на мерење вредности једне основне физичке величине – **дужине**. На пример, површина квадрата одређује се мерењем дужине једне његове странице. Површина правоугаоника, мерењем дужине његових странница, треугла – основице и висине, а круга, мерењем његовог полупречника.

Геометријска фигура		Површина
Квадрат	a  $S=a^2$	$S = a^2$
Правоугаоник	b  $S=a \cdot b$	$S = ab$
Троугао		$S = \frac{1}{2} ah$
Круг		$S = r^2\pi$

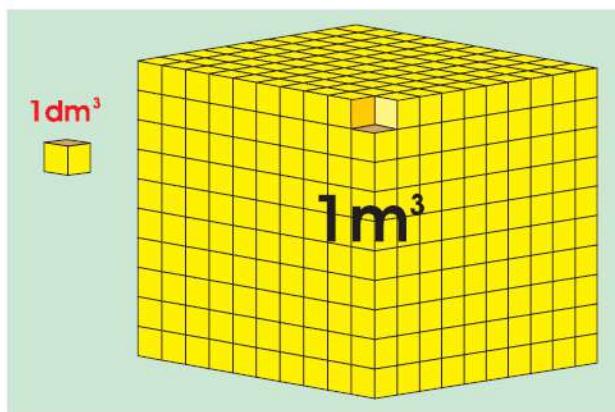
Табела 5: Неке геометријске фигуре и одговарајуће формуле за површину

Површина фигура неправилног облика, може да се одреди деобом њихових површина на већи број правилних фигура. Колико је деоба „ситнија“ и прецизност израчунавања површине је већа (површина је једнака збиру површина свих фигура).

МЕРЕЊЕ ЗАПРЕМИНЕ ТЕЛА

Ограничићемо се на мерење запремине чврстих и течних тела. Запремина тих тела се незнатно мења при промени спољашњих услова као што су притисак и температура. Зато се сматра да она остаје стална у току времена.

Јединица запремине је један кубни метар (m^3). Један кубни метар (m^3) је запремина коцке ивице један метар (m), слика 4.6.



Сл. 4.6. Модел кубног метра

Веће јединице од кубног метра се ређе употребљавају, али се мање користе често: запремина течности обично се изражава у **литрама (l)**, а запремина мањих тела у **кубним центиметрима (cm^3)** или **кубним милиметрима (mm^3)**.

Ако се зна однос између јединица за дужину, једноставно се долази и до односа јединица за запремину, који је приказан у табели 6.

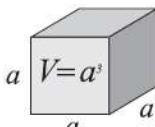
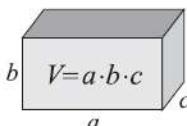
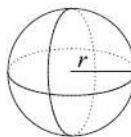
Мање јединице од 1 m^3	
$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$	$1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$
$1 \text{ m}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$	$1 \text{ cm}^3 = 0,000\,001 \text{ m}^3$
$1 \text{ m}^3 = 1\,000\,000\,000 \text{ mm}^3$	$1 \text{ mm}^3 = 0,001 \text{ dm}^3$
$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$	$1 \text{ mm}^3 = 0,001 \text{ cm}^3$
$1 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mm}^3$	$1 \text{ mm}^3 = 0,000\,000\,001 \text{ m}^3$
$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$	$1 \text{ l} = 0,001 \text{ m}^3; 1 \text{ dl} = 0,1 \text{ l} = 100 \text{ cm}^3$
$1 \text{ l} = 1000 \text{ cm}^3; 1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$	$1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ l}$
$1 \text{ l} = 1\,000\,000 \text{ mm}^3$	$1 \text{ mm}^3 = 0,000\,001 \text{ l}$

Табела 6: Однос између јединица запремине

При израчунавању запремине (као и површине тела) све вредности дужина које се множе, изражавају се у истим јединицама.

Најчешћа ознака за запремину је V . Ако је у поставци задатка нпр. дато да је запремина тела $10,5 \text{ m}^3$, онда се у подацима задатка записује: $V = 10,5 \text{ m}^3$.

Одређивање запремине тела правилног геометријског облика своди се, као и код површине, на мерење **дужине**. Запремина коцке, квадра и лопте израчунавају се применом одговарајућих формула. Код коцке мери се дужина ивице, код квадра дужина страница, а код лопте – полуупречника (табела 7).

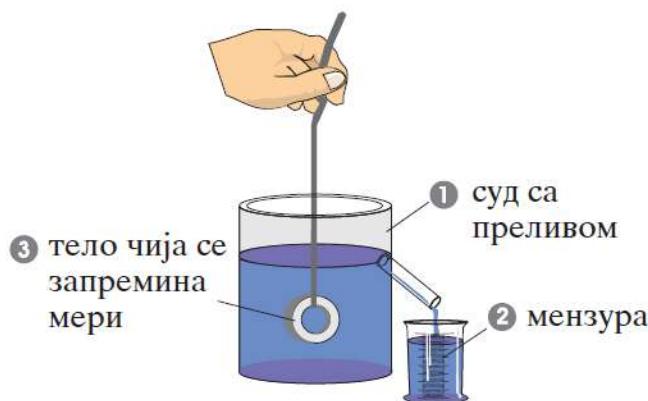
Геометријско тело		Запремина
Коцка		$V = a^3$
Квадар		$V = a \cdot b \cdot c$
Лопта		$V = \frac{4}{3} r^3 \pi$

Табела 7: Нека геометријска тела и њихове формуле за одређивање запремине

Запремина течних тела може се директно мерити помоћу **мензуре**. Мензура је провидна цилиндрична (може бити и другог облика) цев на чијем је зиду скала са подеоцима, најчешће у cm^3 , односно ml.



Сл. 4.8. Одређивање запремине чврстог тела помоћу мензуре



Сл. 4.9. Мерење запремине чврстог тела помоћу суда са преливом и мензура

Запремина чврстог тела које се не раствара и тоне у течност, такође, може да се мери мензуром (сл.4.8). У мензуру се сипа течност до одређене запремине. Затим се у мензуру потопи тело чија се запремина мери и прочита се укупна запремина. Одузимањем запремине течности од укупне запремине добија се запремина тела. Овај метод мерења запремине тела посебно је погодан код чврстих тела неправилног облика.

Ако тело не може да стане у мензуру, онда се његова запремина одређује помоћу суда са преливом и једне мензуре као што је показано на слици 4.9.

Овај метод мерења запремине тела заснован је на чињеници, да свако тело потопљено у течности истискује онолико течности колико му је запремина.

МЕРЕЊЕ ВРЕМЕНА

Сваки облик човековог рада подразумева мерење времена. Мора се, на пример, знати када почиње школски час, колико траје и када се завршава, колико времена проводимо у школи, на радном месту... Унапред се распитујемо о поласку аутобуса, воза, авиона и о томе колико времена остајемо на путу.

Свако кретање (догађај, појава) има **почетак, трајање и крај (завршетак)**. Почетак и крај, на пример школског часа (оглашавају се звоном) исказујемо као два **временска тренутка**.



Протекло време између та два тренутка је **временски интервал** (обично траје 45 минута). Временски тренутак подразумева питање **када**, а временски интервал питање **колико**. На пример, **када** смо кренули из Београда за Нови Сад и **колико** времена смо провели на том путу? Време се обично означава са t .

Основна јединица за мерење времена у науци и пракси јесте секунд(а). Означава се са s .

Секунд(а) је приближно једнак 86 400-том делу средњег Сунчевог дана. Средњи Сунчев дан је временски интервал за који се Земља обрне око своје осе у односу на Сунце.

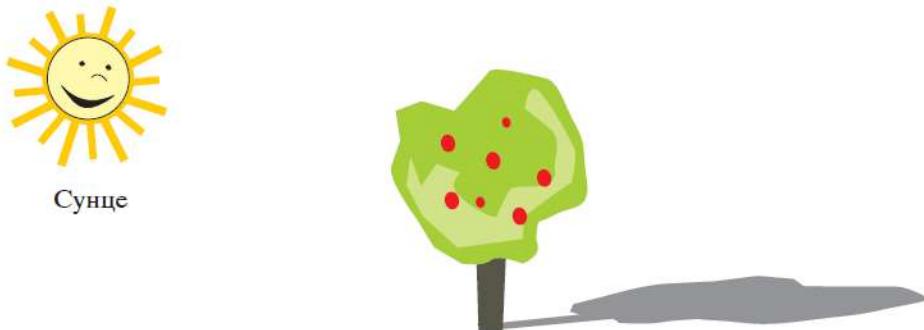
Веће и мање јединице од секунда приказане су табеларно.

Веће јединице од секунда	Мање јединице од секунда
минут ($1 \text{ min} = 60 \text{ s}$)	десети део секунда = $\frac{1}{10} \text{ s} = 0,1 \text{ s}$
час ($1 \text{ h} = 60 \cdot 60 \text{ s} = 3600 \text{ s}$)	стоти део секунда = $\frac{1}{100} \text{ s} = 0,01 \text{ s}$
дан ($1 \text{ d} = 24 \cdot 60 \text{ min} = 86\,400 \text{ s}$)	милисекунд = $\frac{1}{1000} \text{ s} = 0,001 \text{ s}$
седмица = 7 дана	микросекунд = $\frac{1}{1\,000\,000} \text{ s} = 0,000\,001 \text{ s}$
месец = 31 или 30 дана, или 28 или 29 дана. Фебруар има 28 дана, ако година није преступна, а 29 ако је преступна	
година = 12 месеци	
година = 365 дана, ако фебруар има 28 дана	наносекунд = $\frac{1}{100\,000\,000\,000} \text{ s} = 0,000\,000\,001 \text{ s}$
година (преступна) = 366 дана, ако фебруар има 29 дана	
један век = 100 година	

Табела 8: Веће и мање јединице од секунда (s)

ПРЕЦИЗНИЈЕ МЕРЕЊЕ ВРЕМЕНА

Време се може грубо одредити помоћу положаја Сунца, Месеца, звезда, дужине сенке тела итд.



Сл. 4.10. Сенка дрвећа

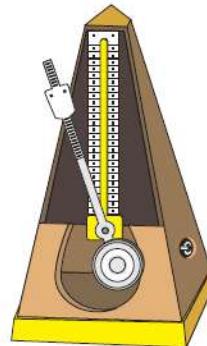
За прецизнија мерења времена користе се **часовник, метроном, хронометар (штоперица), дигитални часовник, разни електронски уређаји**.



Сл. 4.11. Саӣ



Сл. 4.12. Хронометар



Сл. 4.13. Метроном



Сл. 4.14. Дигитални хронометар

Помоћу дигиталног хронометра могу да се измере десети и стоти делови секунда.

Поред хронометра, за мерење времена у школским лабораторијама користи се метроном. Код њега се користе звучни ефекти. Може се подесити тако да временски интервал између два звучна сигнала траје више, мање или тачно једну секунду.

ТАЧНОСТ МЕРЕЊА. АПСОЛУТНА И РЕЛАТИВНА ГРЕШКА

Услед несавршености људских чула, мерних инструмената и метода мерења измерена вредност величине, само је мање или више приближна стварној вредности.

У којој мери ће резултати мерења бити поуздана зависи како од тачности употребљених инструмената и метода мерења, тако и од личних способности експериментатора. Међутим, и када се испуне оптимални услови, добијени мерни подаци ће бити само до извесне границе тачни.

Према томе, да би се одредила поузданост неког мерењем добијеног податка мора да се процени грешка, односно неизвесност, коју садржи измерена вредност неке величине.

Тачност мерења изражава степен познавања вредности физичке величине.

Тачност измерене вредности је већа уколико је грешка мерења мања и обрнуто.

Грешка мерења је одступање измерене вредности физичке величине од њене стварне (праве) вредности при датим условима.

У приказивању резултата мерења вредности неке величине користе се **апсолутна и релативна грешка**.

Обично се вредност неке величине мери већи број пута, па се онда израчунава њена средња вредност. Средња вредност величине добија се тако што се саберу све добијене вредности и та збирна вредност се подели бројем мерења. Тако добијена средња вредност узима се као **стварна (права) вредност измерене величине**.

Највеће одступање измерене вредности од средње вредности је **апсолутна грешка**.

Апсолутна грешка измерене вредности величине x , означава се симболично са Δx :

$$\Delta x = |x_{\text{средње}} - x_{\text{измерено}}|$$

Апсолутна грешка се изражава истим јединицама као и измерена вредност величине.

Релативна грешка одређена је количником апсолутне грешке и средње вредности дате величине.

$$\delta_x = \frac{\Delta x}{x_{\text{средње}}} .$$

Из дефиниције следи да је релативна грешка неименован број.

Множењем релативне грешке са 100% добија се релативна грешка у процентима, тј. процентна грешка

$$\delta_x = \frac{\Delta x}{x_{\text{средње}}} \cdot 100\% .$$

За апсолутну грешку мерења може се узети најмања вредност подељка на скали мерног инструмента. На пример, нека је лењиром измерена дужина хартије 200 mm. Колика је релативна грешка тог мерења?

Вредност најмањег подељка на лењиру је 1mm, а толика је и апсолутна грешка мерења: $\Delta x = 1 \text{ mm}$.

Релативна грешка мерења је:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{\text{средње}}} \cdot 100\% = \frac{1 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} \cdot 100\% = 0,5\%.$$

Пример.

При мерењу дужине оловке добијене су вредности:

$x_1 = 15,6 \text{ cm}$, $x_2 = 15,8 \text{ cm}$, $x_3 = 15,8 \text{ cm}$, $x_4 = 15,6 \text{ cm}$, $x_5 = 15,7 \text{ cm}$.

Одредити:

- средњу вредност дужине оловке;
- апсолутну грешку мерења;
- релативну грешку мерења.

Решење.

a) Средња вредност (аритметичка вредност) дужине оловке износи:

$$x_s = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5} = \frac{15,6 + 15,8 + 15,8 + 15,6 + 15,7}{5} \text{ cm} = 15,7 \text{ cm}$$

b) Апсолутна грешка измерене дужине оловке је:

$$\Delta x = |x_s - x_n|, (n = 1, 2, 3, \dots)$$

$$\Delta x = 0,1 \text{ cm}.$$

v) Релативна грешка мерења: $\delta_x = \frac{\Delta x}{x_{\text{средње}}} \cdot 100\% = 0,6\%$.

СИСТЕМАТИЗАЦИЈА И ОБНАВЉАЊЕ ГРАДИВА

• За тумачење и описивање основних својстава објеката и појава и њихових односа користе се **физичке величине**.

Физичка величина изражава се као производ бројне вредности и одговарајуће мерне јединице, симболично:

$$a = \{a\} \cdot [a]$$

• Бројна вредност (или само вредност) физичке величине одређује се **мерењем**.

Скуп поступака (операција) којима се одређује вредност неке величине, изражена одговарајућом мерном јединицом, назива се мерење.

• **Физичке величине се деле на основне и изведене (сложене) величине.**

Основне величине и њихове мерне јединице са одговарајућим симболима дате су у табели 9.

НАЗИВ ВЕЛИЧИНЕ	УОБИЧАЈЕНА ОЗНАКА	ЈЕДИНИЦА	ОЗНАКА ЈЕДИНИЦЕ
ВРЕМЕ	t	СЕКУНДА	s
ДУЖИНА	l, s, r	МЕТАР	m
МАСА	m	КИЛОГРАМ	kg
ТЕМПЕРАТУРА	T	КЕЛВИН	K
ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА	I	АМПЕР	A
ЈАЧИНА СВЕТЛОСТИ	J	КАНДЕЛА	cd
КОЛИЧИНА СУПСТАНЦИЈЕ	n_m	МОЛ	mol

Табела 9: Основне величине, њихови симболи и јединице

Остале физичке величине изведене су помоћу ових седам основних величина и зато се зову **изведене величине**.

- Услед несавршености човекових чула, мерних инструмената и метода мерења, измерена вредност величине само је приближна стварној (правој) вредности.

Тачност измерене вредности је већа уколико је грешка мерења мања.

Грешка мерења је одступање измерене вредности величине од њене стварне вредности при датим условима мерења.

Постоји **апсолутна и релативна грешка мерења**.

Обично се вредност неке величине мери већи број пута, па се онда израчуна њена **средња вредност**. Средња вредност величине добија се тако што се саберу све добијене вредности и та збирна вредност се подели бројем мерења. Тако добијена средња вредност узима се као **стварна (права) вредност измерене величине**.

Апсолутна грешка измерене вредности величине x , означава се, обично, са Δx :

$$\Delta x = |x_{\text{средње}} - x_{\text{измерено}}|$$

Апсолутна грешка изражава се истим јединицама као измерена вредност величине.

Релативна грешка одређена је количником апсолутне грешке и средње вредности дате величине:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{\text{средње}}}.$$

Види се да је релативна грешка неименован број.

Множењем релативне грешке са 100 %, добија се релативна грешка у процентима:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{\text{средње}}} \cdot 100\%$$

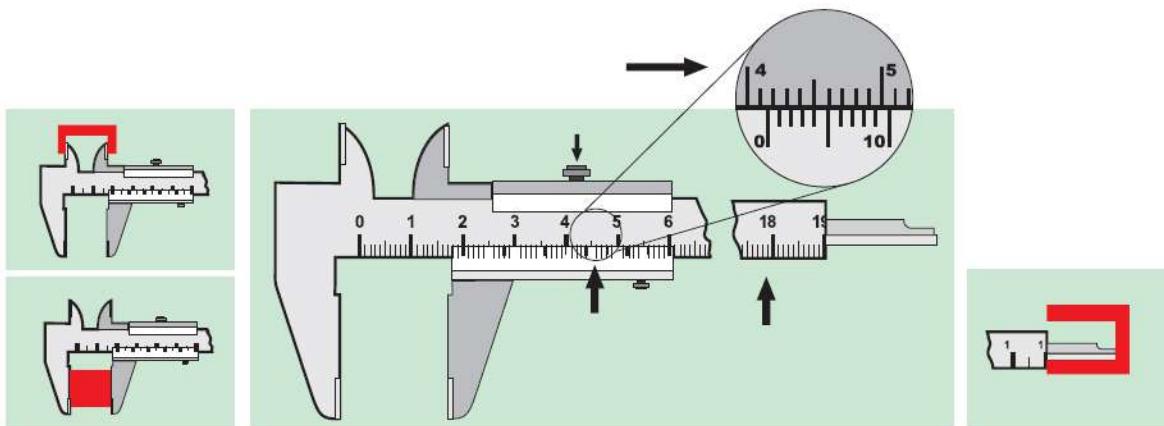
ЧЕТВРТА ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

МЕРЕЊЕ ДИМЕНЗИЈА ТЕЛА НОНИЈУСОМ

Лењир са нонијусом

За прецизније мерење дебљине танких плочица, пречника жице, куглице, узане цеви и слично користи се **лењир са нонијусом** (или само: **нонијус**).

Лењир са нонијусом састоји се од две скале: једне непомичне са подељцима од 1 mm и друге помичне (нонијуса) чији подељци износе 0,9 mm (слика).



Нонијус за мерење димензија тела између 10 mm и 100 mm

Подељци помичне скале су за $\frac{1}{10}$ mm мањи од подељака на непомичној скали. Зато први други и трећи... подељак (не узимајући у обзир нулти подељак) помичне скале заостаје за $\frac{1}{10}$ mm, $\frac{2}{10}$ mm, $\frac{3}{10}$ mm... за одговарајућим подељцима на непомичној скали.

При мерењу лењиром са нонијусом, на непомичној скали чита се број целих милиметара – на основу положаја нултог подељка помичне скале. Затим се, на помичној скали, одреди подељак који се највише поклапа са једним од подељака на непомичној скали. Тада подељак показује број десетих делова милиметра. Вредност мерене дужине (димензије) тела се добија када се броју очитаних целих милиметара на непомичној скали дода онолико десетих делова милиметра колико је подељака одбројано на помичној скали. На слици је приказан нонијус са више детаља на коме очитана вредност дужине неког тела износи 4,15 cm.

Лењиром са нонијусом (или кратко нонијусом) могу се мерити унутрашње димензије тела, као и дубина суда, мензуре и слично.

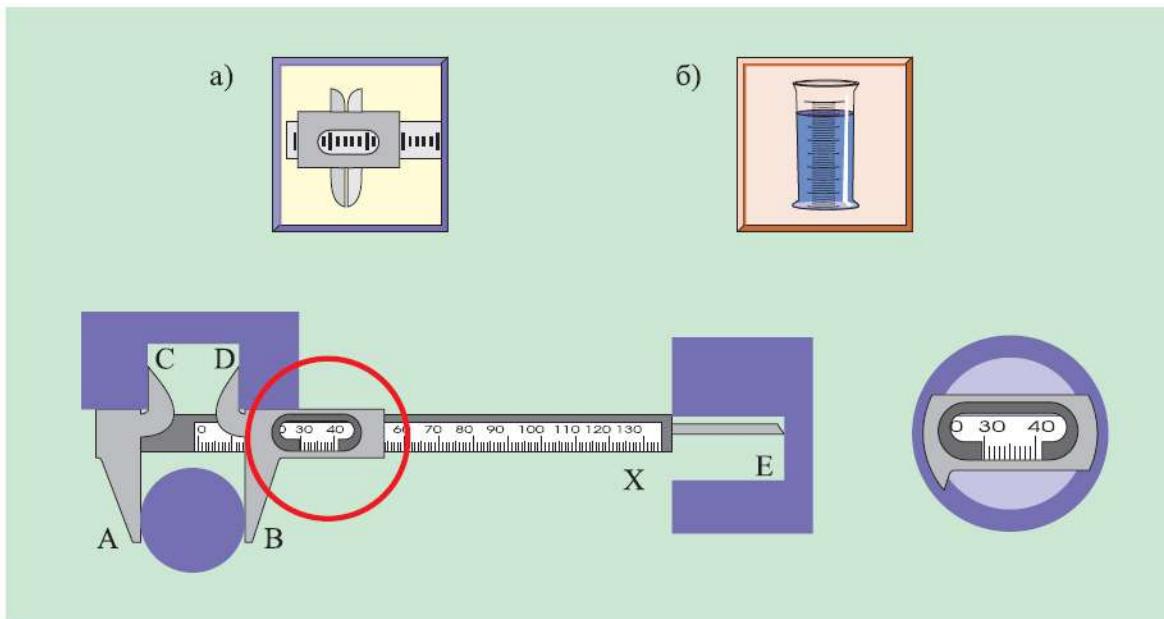
Задатак

Користећи нонијус измерите:

- спољашњи пречник мензуре (R_1);
- унутрашњи пречник мензуре (R_2) и
- дубину мензуре (h).

Прибор

- нонијус (некада се каже: мерило са покретним крацима или мерило са покретном скалом) (а)
- мензура (б)



Мерење димензија тела помоћу нонијуса

Упутство

Мензуру, чији спољашњи пречник меримо, постављамо између кракова А и В нонијуса лаганим прислањањем уз спољашњи зид мензуре (слика). При томе треба да нонијус стоји паралелно са горњом ивицом мензуре. Када се успостави такав положај, онда се очитава вредност спољашњег пречника на скали нонијуса.

За мерење унутрашњег пречника мензуре, користе се краци С и Д нонијуса. Непомичан крак С се ослони уз унутрашњу ивицу мензуре. Лаганим померањем помичног дела нонијуса прислања се крак Д уз супротну унутрашњу страну мензуре. Пазите да краци буду у правцу пречника мензуре. Након тога се очитава вредност унутрашњег пречника мензуре.

Дубина мензуре се мери тако што се на горњи руб мензуре ослони задњи крај (Х) непомичног дела нонијуса. Затим се лаганим померањем помични део нонијуса прислони на дно мензуре (Е) (слика). При томе пазите да он буде

паралелан са вертикалним зидом мензуре. Тада се очитава вредност дубине мензуре (h).

Приликом очитавања вредности дужине пречника и дубине мензуре лењиrom са нонијусом (или само – нонијусом), на непомичној скали очитава се број целих милиметара – на основу положаја нултог подељка помичне скале. Затим се, на помичној скали, одреди подељак који се највише поклапа са једним од подељака на непомичној скали. Тај подељак показује број десетих делова милиметра. Броју очитаних целих милиметара се дода онолико десетих делова милиметра колико је подељака одбројено на помичној скали. Тиме се добија мерна вредност димензије тела.

Приказивање резултата

Податке добијене мерењем унесите у табелу.

Редни број	Предмет	Вредност димензија [mm]
1.	Мензура	$R_1 =$ $R_2 =$ $h =$
2.	Метални прстен	$R_1 =$ $R_2 =$ $d =$
3.	Метална жица (кружна основа)	$\ell =$ $R =$

Закључак

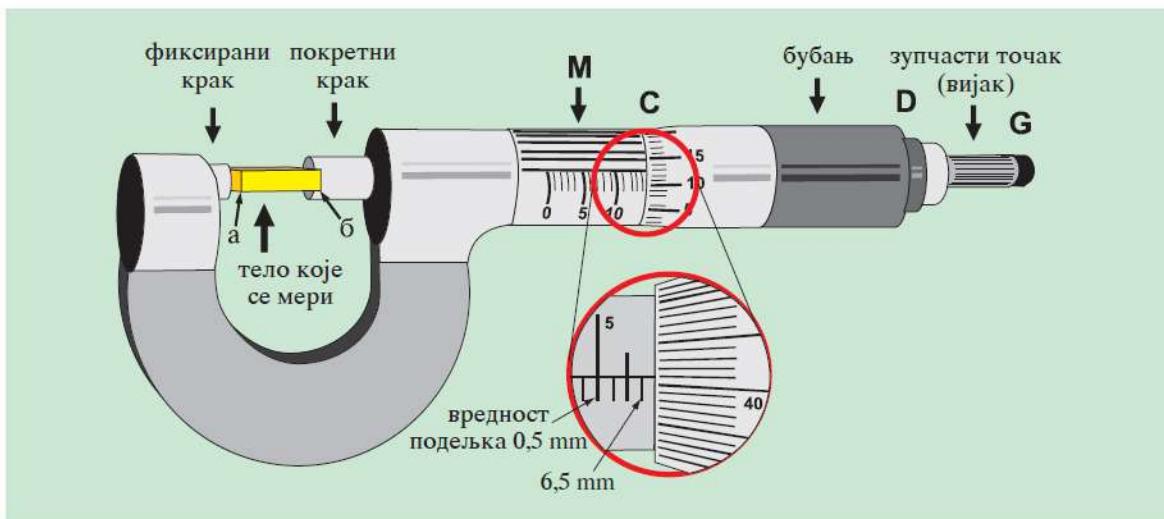
Напомена: У теорији грешака сматра се да је максимална апсолутна грешка мерења неким инструментом једнака половини вредности његовог најмањег подељка, тј. половини његове прецизности. Када се нпр. дужина мери лењиром са милиметарском поделом, онда апсолутна грешка мерења износи 0,5 mm.

Микрометарски завртањ

За још прецизније мерење линеарних димензија тела од мерења која се остварују лењиром са нонијусом користи се **микрометарски завртањ** (слика).

Микрометарски завртањ се састоји од једног полукружног носача, за који је утврђен цилиндар (матрица) M. На спољашњој површини цилиндра (матрице) унесена је скала са милиметарском поделом, а кроз унутрашњи део пролази завртањ чији је ход 1 mm (за један цео обрт предњи део завртња б помера се за 1 mm). Глава завртња D продужава се у цилиндрични део C, на чијем се предњем делу (по ивици) налази кружна скала са 100 подељака.

Значи, сваком подељку одговара $\frac{1}{100}$ mm (слика).



Микрометарски завртањ

Тело чија се дужина мери ставља се између делова **a** и **б**; при обртању завртња ови делови благо належу на тело. То се регулише помоћу зупчастог точка G за приближавање крака **б** испуству **a**. Направљен је тако да чим крак **б** додирне тело он се зауставља. Тако се спречава деформација мерног тела и повећава тачност мерења.

Вредност дужине тела очитава се тако што се узме број целих милиметара на скали цилиндра (оквира) M, а стоти делови милиметра прочитају се на кружној скали C. При очитавању подељка на кружној скали узима се онај подељак који се највише поклапа са средишњом линијом на скали оквира цилиндра (или матрице) M.

На пример, ако се прочита да вредност дужине на скали оквира на цилиндуру (матрици) M, износи 5 mm, а на кружној скали одговара подељак 35, тада је дужина тела:

$$\ell = m h + n \frac{h}{N} = 5 \text{ mm} + \frac{35}{100} \text{ mm} = 5,35 \text{ mm},$$

где је m број подељака на матрици M изражен у милиметрима, h дужина за коју завртање напредује приликом једног обрта (ход завртња), n број очитаних подељака на кружној скали C и N укупни број подељака на кружној скали. Код микрометарског завртња ход (h) обично износи 0,5 или 1 mm.

Грешка мерења зависи од тачности очитавања на кружној скали (C). Када је кружна скала од 100 подељака, онда је тачност мерења микрометарским завртњем:

$$\Delta\ell = \frac{h}{N} = \pm \frac{1 \text{ mm}}{100} = \pm 0,01 \text{ mm}.$$

Савремени микрометарски завртњи могу да мере и хиљадите делове милиметра.

Одредите у претходном примеру апсолутну и релативну грешку мерења?

Задатак

Микрометарским завртњем измерите:

- дебљину танке бакарне жице;
- дебљину листа хартије из уџбеника физике.

Податке добијене мерењем унесите у табелу.

Редни број	Предмет	Вредности димензија [mm]
1.	Танка бакарна жица	$d =$
2.	Лист хартије	$d =$
3.	Жилет	$d =$

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Поред метра, секунда и мола у основне мерне јединице SI-система спадају: _____, _____, _____, _____.

Одговор:

килограм, келвин, ампер и кандела.

2. Шта је веће: један метар или једна секунда?

- један метар;
- једна секунда;

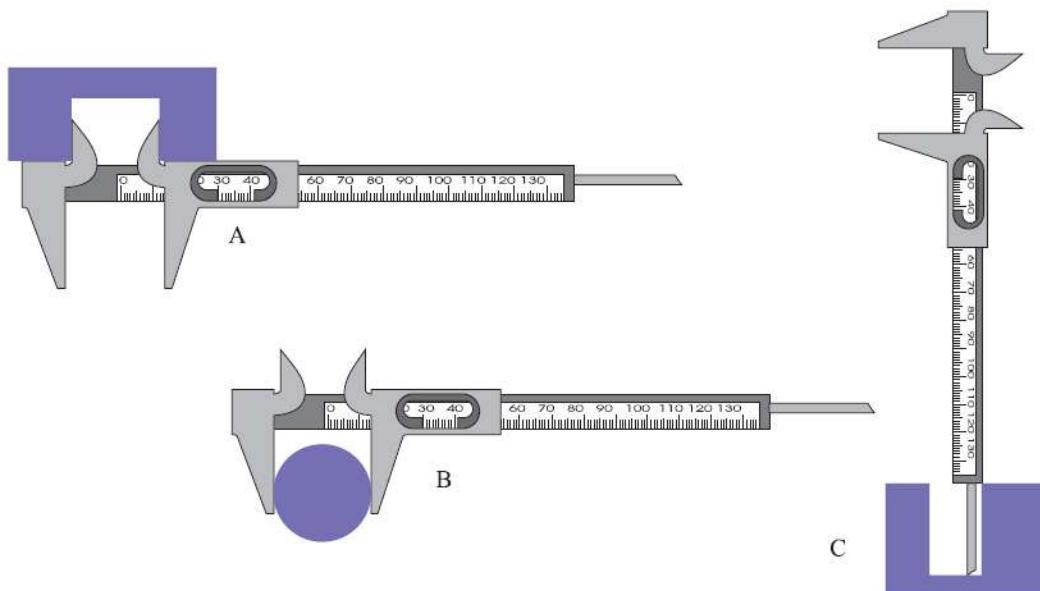
- в) обе јединице мере су једнаке;
- г) ове две јединице мере не могу се међусобно упоређивати;
- д) не знам.

Одговор: г).

3. Који се мерни инструменти могу користити за мерење вредности димензија тела са тачношћу испод 0,1 mm?

Одговор: нонијус и микрометарски завртањ.

4. Шта се мери нонијусом: под А, под В и под С?



Одговор:

Нонијусом се мери под А унутрашњи пречник цеви, под В пречник кугле и под С дубина.

5. Дужина оловке је 15 cm. Изразити њену дужину у јединицама:

- а) милиметрима;
- б) дециметрима;
- в) метрима;
- г) километрима.

Подаци: $\ell = 15 \text{ cm}$.

Решење:

а) Однос центиметра и милиметра је:

$$1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}, \text{ па је:}$$

$$\ell = 15 \text{ cm} = 15 \cdot 10 \text{ mm} = \mathbf{150 \text{ mm}}$$

б) Један центиметар има $0,1$ dm. Стога је:

$$\ell = 15 \text{ cm} = 15 \cdot 0,1 \text{ dm} = \mathbf{1,5 \text{ dm}}$$

в) Један центиметар има $0,01$ m, а

$$\ell = 15 \text{ cm} = 15 \cdot 0,01 \text{ m} = \mathbf{0,15 \text{ m}}$$

г) Пошто је $1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m} = 0,00001 \text{ km}$, то је:

$$\ell = 15 \text{ cm} = 15 \cdot 0,00001 \text{ km} = \mathbf{0,00015 \text{ km}}$$

6. Дужина једне ивице прозора је 80 cm, а друге 40 cm. Изразити површину прозора у мерним јединицама:

- а) квадратним центиметрима;
- б) квадратним милиметрима;
- в) квадратним дециметрима и
- г) квадратним метрима.

Подаци: $a = 80 \text{ cm}$, $b = 40 \text{ cm}$; $S [\text{cm}^2] = ?$,
 $S [\text{mm}^2] = ?$ $S [\text{dm}^2] = ?$ $S [\text{m}^2] = ?$

Решење:

Прозор има облик правоугаоника, па је његова површина одређена формулом:

$$S = a \cdot b, \text{ односно:}$$

а) $S = 80 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} = \mathbf{3200 \text{ cm}^2}$.

б) Пошто је $1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$, то је:

$$S = \mathbf{320 \, 000 \text{ mm}^2}$$

в) $1 \text{ cm}^2 = 0,01 \text{ dm}^2$. Следи:

$$S = 3200 \cdot 0,01 \text{ dm}^2 = \mathbf{32 \text{ dm}^2}$$

г) Знамо, да је $1 \text{ dm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$, стога је:

$$S = 32 \cdot 0,01 \text{ m}^2 = \mathbf{0,32 \text{ m}^2}$$

7. Колика површина може да се покрије листовима уџбеника физике (без корица) када би се сложили један до другог? Уџбеник има 140 страна, чије су димензије 200 mm и 270 mm .

Подаци: $a = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$, $b = 270 \text{ mm} = 0,27 \text{ m}$; $S = ?$

Решење: $S = a \cdot b = 0,2 \text{ m} \cdot 0,27 \text{ m} = \mathbf{3,78 \text{ m}^2}$.

8. Димензије опека су 25 cm , 10 cm и 5 cm . Колико таквих опека може да стане у 4 m^3 ?

Подаци: $a = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$, $b = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$, $c = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$

$$V = 4 \text{ m}^3; n = ?$$

Решење:

Тражени број опека налазимо деобом запремине $V = 4 \text{ m}^3$ запремином једне опеке:

$$n = \frac{4 \text{ m}^3}{0,25 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,05 \text{ m}} = 3200$$

9. На слици под а) приказана је мензура са водом, а на слици под б) иста мензура, али када је у воду потопљено тело.

Помоћу слика одредите:

- вредност најмањег подељака на скали мензуре;
- запремину тела.

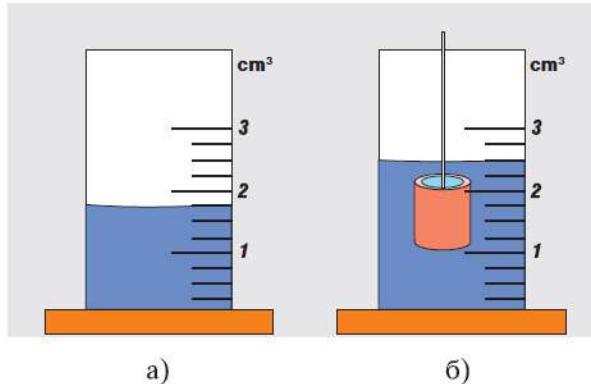
Решење:

а) Најмањи подељак скале на мензури је $0,25 \text{ cm}^3$.

б) Запремина потопљеног тела у мензури се добија када се од запремине течности у којој је потопљено тело одузме запремина течности у мензури:

$$V = V_2 - V_1 = 2,50 \text{ cm}^3 - 1,75 \text{ cm}^3$$

$$V = 0,75 \text{ cm}^3.$$



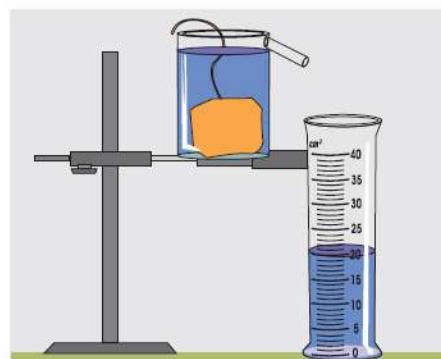
10. Дате су две мензуре истих висина. Једна је знатно шире од друге. У којој ће се мензури тачније измерити (прочитати) запремина течности?

Одговор:

Запремина течности тачније ће се измерити у ужој мензури. У њој се осетније мења ниво течности (подеоци су на већем међусобном размаку).



11. На слици је приказан суд који је био претходно напуњен водом до нивоа преливне цеви („грлића“). Након тога у воду је потопљено неко тело неправилног облика и које се у њој не раствара. Када се тело потопи, подиже се ниво у суду и део воде који одговара запремини тела прелива се у мензуру.



Помоћу слике одредите:

- а) вредност најмањег подељка на мензури
- б) запремину потопљеног тела.

Одговор:

- а) Вредност најмањег подељка на скали мензуре је 1 cm^3 .
- б) Запремина потопљеног тела је 20 cm^3 .

12. Време школског часа (45 min) изразите у секундама и сатима

Подаци: $t = 45 \text{ min}$; $t [h] = ?$, $t [s] = ?$

Решење:

Како је $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ и $1 \text{ h} = 60 \text{ min}$, то је:

$$t = 45 \text{ min} = 45 \cdot 60 \text{ s} = 2700 \text{ s}$$

$$t = 45 \text{ min} = \frac{45}{60} \text{ h} = 0,75 \text{ h.}$$

13. Просечан број откуцаја срца током једног минута је 70. Колико откуцаја начини срце током:

- а) 1 h;
- б) 1 дана?

Решење:

$$\text{а)} N = 70 \cdot 60; N = 4200;$$

$$\text{б)} N = 70 \cdot 24 \cdot 60 = 100\,800.$$

14. Које време показује дигитални хронометар на слици?

Одговор:

Са слике се види, да испод ознаке „min“ је број 01, што значи да је од тренутка укључења хронометра прошао један минут (1 min); испод ознаке „sec“ је 59, то јест прошло је и 59 s.

Ознака 1 s/100 означава стоте делове секунда, dakle, прошло је и 72 стота дела секунда.

Укупно време које показује хронометар износи:

1 min 59 s и 72 „стотинке“.



ТЕСТ ЗНАЊА



1. У основне величине Међународног система спадају: дужина, _____, _____, _____, _____, _____ и количина супстанције.

Број поена 5

2. Мерењем се _____ колико_____ дате величине већа или _____ од вредности исте такве величине, договором изабране за _____ мере.

Број поена 5

3. Једна ивица школске табле је 3 м, а друге 150 см. Колики је обим табле?

Број поена 5

4. Дужина странице квадрата је 0,6 м, а двеју страница правоугаоника 80 см и 4 dm. Која од те две фигуре има већи обим и колико пута?

Број поена 10

5. Површина земљишта је 945 ar. Колико та површина има:

- а) квадратних метара и
- б) хектара?

Број поена 10

6. У фискултурној сали под је покривен паркетним плочицама димензија 20 см и 5cm. Дужина фискултурне сале је 25 m, а ширина 16 m. Колико паркетних плочица је уграђено у под сале?

Број поена 10

7. Ивица коцке је 100 mm. Израчунати њену запремину и изразити је у јединицама:

- а) кубним милиметрима;
- б) кубним центиметрима;
- в) кубним дециметрима;
- г) литрама;
- д) кубним метрима.

Број поена 10

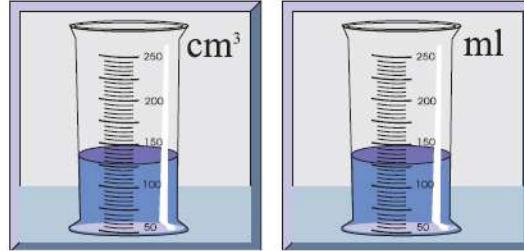
8. Колико литара воде може да стане у правоугаони суд са унутрашњим димензијама 60 см, 40 см и 20 см?

Број поена 10

9. Базен дужине 30 м и ширине 15 м напуњен је са 900 m^3 воде. Колика је дубина воде у базену?

Број поена 10

10. Каква је разлика између мензуре чија је скала означена са cm^3 и мензуре означене са ml.



Број поена 5

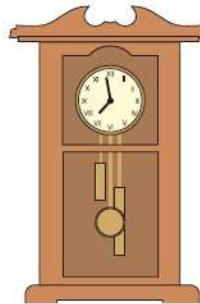
11. Колико пута се у току 24 h окрену око осовине казаљке које показују:

- а) сате;
- б) минуте и
- в) секунде



Број поена 10

12. Зидни сат са клатном, на чијем бројчанику има 12 цифара, касни 1 min дневно. Ако навијемо сат на тачно време, колико времена ће проћи до тренутка када сат поново покаже тачно време?



Број поена 10

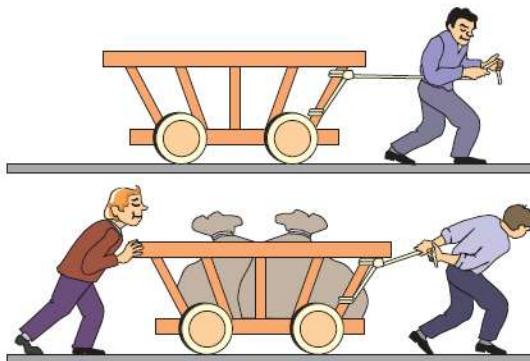
МАСА И ГУСТИНА

МАСА ТЕЛА

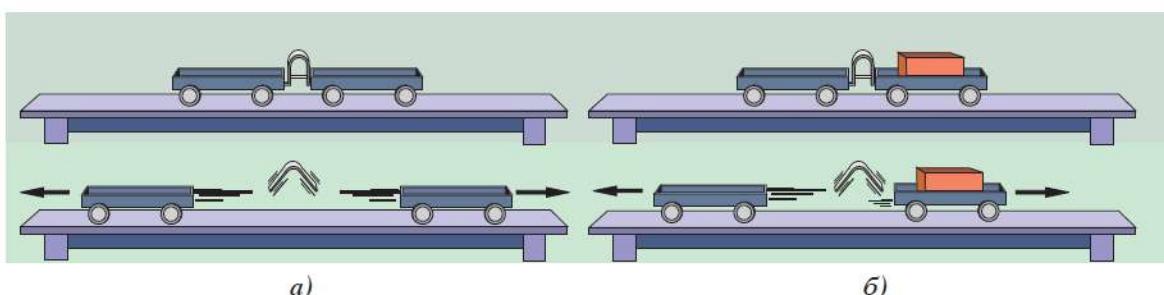
Маса као мера инертности тела.

Имали смо прилику да се уверимо да је празна колица лакше покренути него оптерећена (сл. 5.1) Ако се празна и оптерећена колица крећу по истој подлози једнаким брзинама, онда више напора улажемо да зауставимо оптерећена колица.

Овај оглед може се извести прецизније. Посматраћемо двоја једнаких колица. Она су постављена на хоризонталну подлогу и растављена су танком металном еластичном траком. Крајеви савијене траке повезани су танким концем (сл. 5.2). Прекидањем конца трака се исправља доводећи колица у кретање у супротним смеровима. (сл. 5.2, а). На основу тога што колица прелазе једнаке дужине пута за исте интервале времена закључујемо да су њихове брзине имале исте вредности са супротним усмерењем. (За прецизнија мерења могу се користити сензори).



Сл. 5.1. Илустрација инертиности тела



Сл. 5.2. Тела веће масе више се одупирају промени стања кретања (промени брзине)

Ако на једна од колица поставимо тег (сл. 5.2, б), запажамо да пређени путеви колица (а тиме и њихове брзине) после ослобађања савијене траке, нису једнаки. Оптерећена колица прелазе краћи пут и то толико краћи колико су била оптерећена већим бројем тегова.

Аналоган оглед може да се изведе са две кугле: а) идентичне (од исте супстанце и једнаке запремине), б) различите запремине и исте супстанце, в) исте запремине и различите супстанце.

За тела која теже мењају стање кретања или мировања, односно која се више одупирају промени брзине, кажемо да су **тромија (инертнија)**.

Својство тела да се одупире промени стања кретања, односно промени брзине назива се инертност. Величина којом се карактерише то својство је маса тела.

Маса је мера инертности тела када се оно налази у стању мировања или се креће равномерно праволинијски (инертно испољавање масе).

ЗАКОН ИНЕРЦИЈЕ (ПРВИ ЊУТНОВ ЗАКОН)

Установили смо да је инертност својство тела које се испољава у томе да тела веће масе спорије (теже) „прихватају“ промену стања кретања (промену брзине). Сада ћемо упознати појаву која се манифестије у одржању стања релативног мировања или равномерно праволинијског кретања под условом да су искључена (или узајамно поништена) деловања других тела на посматрано тело. Ову појаву први је дефинисао Галилеј и назвао је **инерција**. Касније њу је детаљније проучавао Њутн, који је дефинисао и закон коме се она покорава, познат као **Закон инерције** или **Први Њутнов закон**.

Да бисмо боље разумели појаву инерције, размотримо оглед приказан на слици 5.3. Низ стрмину са жлебом која се завршава хоризонталном подлогом спушта се метална куглица. Подлога је прво посuta песком. У том случају, куглица преласком на хоризонталну подлогу нагло смањује брзину и пређе кратак пут до заустављања. Нешто дужи пут куглица достиже када је подлога од дрвета, а најдужи пут када је стаклена подлога. Висина жлеба са које се испушта куглица у сва три случаја је иста.

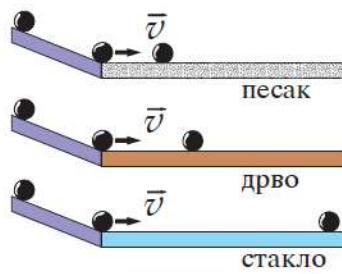
Зашто?

Због чега се уопште куглица зауставља? Зато што она наилази на неравнине подлоге које успоравају њено кретање и тако „губи“ (смањује брзину). Неравнине могу бити невидљиве „голим“ оком, али оне свакако постоје, а што су мање, то је дужи пут куглице до њеног заустављања. Када неравнине не би постојале (што није могуће остварити), куглица се не би ни зауставила. Таква идеално глатка подлога не би деловала на куглицу и она би се по њој кретала у истом правцу и смеру и са непромењеним (сталним) интензитетом (брожном вредношћу) брзине.

На основу таквих и сличних огледа Њутн је формулисао **Закон инерције (Први Њутнов закон):**

Свако тело остаје у стању мировања или равномерно праволинијског кретања све док га неко друго тело (или тела) не изведе из тог стања.

Ако се деловање других тела на дато тело међусобно поништава, оно се понаша као да на њега не делују та тела (као да је подлога идеално глатка).



Сл. 5.3. Пут који куглица прелази зависи од врсте подлоге

Гравитационо испољавање масе. Из искуства знамо да Земља већом силом привлачи тела веће масе него тела мање масе. Канта напуњена водомвише затеже руку од празне канте. Закључујемо да је маса пуне канте већа од масе празне канте. Када би истоветне канте биле напуњене водом, онда би оне затезале истом силом наше руке. То значи да су и њихове масе једнаке.

Код неоптерећене металне опруге игла је на нултом подељку (сл. 5.4). Ако се опруга оптерети једним тегом, игла је на подељку 1, а са два тега, игла се налази на подељку 2, са три на подељку 3... Шта можемо да закључимо? Прво, да тегови имају једнаке масе, и друго, да је Земљина привлачна (гравитациона) сила на два тега два пута већа у односу на силу којом она привлачи један тег. Дакле, два тега заједно имају двоструко, три тега троструко већу масу у односу на масу једног тега. Значи, са повећањем масе тела, повећава се и узајамно (привлачно, гравитационо) деловање тела (у нашем примеру Земље и тегова) и обратно, што је мања маса тела, тиме је мање и њихово узајамно гравитационо привлачење. У томе се огледа **гравитационо испољавање масе**.

Маса тела условљава постојање њиховог гравитационог(привлачног) деловања. Када нема тела, нема ни њихове масе, а тиме ни њиховог гравитационог деловања.

Свако тело има масу. Тело без масе не постоји, као ни обратно, маса без тела.

Маса је основно својство тела, а тиме и супстанце (јер су тела изграђена од супстанце). **Маса је величина која на најнепосреднији начин изражава материјалност свих тела.**

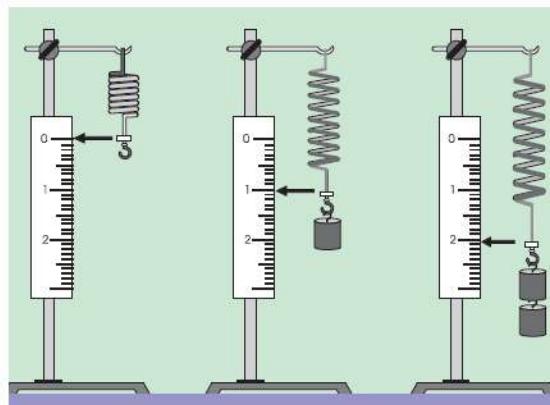
Уопштавајући основна испољавања масе тела, може да се каже:

Маса је величина која карактерише инертна и гравитациона својства тела.

Маса је једно од најпостојанијих својстава тела. Тело се може савијати, увијати, загревати, растопити, спустити у дубину земље, подићи авионом или балоном, ракетом у космички простор или потопити у течност (воду), маса тела остаје стална (непромењена). Маса увек има позитивну вредност. **Маса скупа тела једнака је збиру маса поједињих тела.**

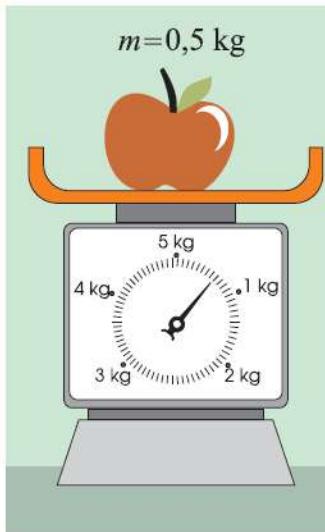
МАСА И ТЕЖИНА

Установили смо да је маса основна физичка величина (једна од седам величина Међународног система) којом се изражавају инертна и гравитациона својства тела. Маса одређеног тела има исту вредност на сваком месту на

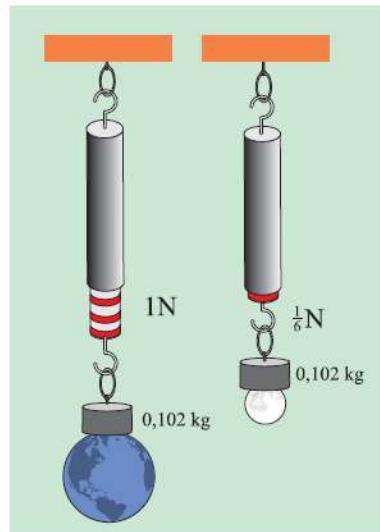
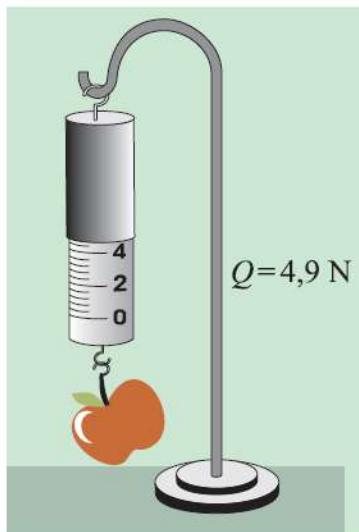


Сл 5.4. Са повећањем масе тела повећава се и издужење опруге

Земљиној површини, на Земљи и Месецу као и у било којем месту у космичком простору. Не зависи ни од агрегатног стања тела. Литар воде нпр. има исту масу у сва три агрегатна стања (лед, течност, пара). Маса тела једино зависи од врсте (природе) супстанце од које је тело начињено.



Сл. 5.5. Маса и тежина истог тела нису једнаке



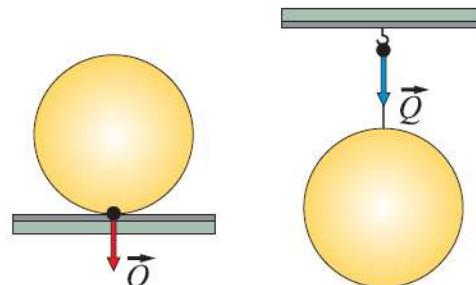
Сл. 5.6. Тежина тела на Земљи је већа 6 пута него на Месецу

Маса је величина која је потпуно одређена ако је позната њена бројна вредност и мерна јединица. На пример, када кажемо да човек има 70 kg, онда имамо потпуну информацију о његовој маси.

Шта је тежина тела?

Тежина је сила којом тело услед Земљине гравитације (Земљине теже) делује на хоризонталну подлогу, истеже металну опругу, затеже конац, нит... о које је тело обешено (сл. 5.7). Тежина тела је последица деловања Земљине гравитационе силе. Али то не значи, да се тежина тела и Земљина гравитационија сила (Земљина тежа) могу поистоветити. Узрок и последица нису исто, већ се суштински разликују.

Још мање има смисла поистовећивати масу и тежину тела. Казали смо да је маса тела потпуно одређена познавањем бројне вредности и мерне јединице, а за потпуно познавање тежине, као посебне врсте силе, треба имати податке о њеној бројној вредности (интензитету), правцу, смеру, нападној тачки и мерној јединици.



Сл. 5.7. Тежина тела

Мерна јединица тежине, као и силе уопште је њутн (N).

Истакли смо само суштинске разлике између две значајне физичке величине: **масе и тежине тела**. Довољно да не погрешите, када вас питају: колику имате тежину?

Немојте да кажете, као што ће одговорити они који нису учили физику 60 kg, 70 kg... То је погрешан одговор. Упитани сте колика је ваша тежина, а не колика је ваша маса.

Тежина се изражава у њутнима (N), а маса у килограмима (kg).

Да ли познавањем масе тела можете да знате и његову тежину?

Помоћу обичног динамометра (погледајте раније обрађену тему: **мерење сила**), може се утврдити: да тело масе од 1 kg, на Земљиној површини има тежину од 9,81 N, од 2 kg – 2 • 9,81 N, 3 kg – 3 • 9,81 N итд.

Дакле, Земља привлачи сваки килограм масе тела силом интензитета 9,81 N.

Значи, тело масе m у килограмима (kg), има тежину (Q) изражену у њутнима (N):

$$Q = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot m = G \cdot m,$$

где је $G = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ – на Земљиној површини.

На Земљиној површини тежина тела и Земљина гравитациона сила имају једнаке интензитетете ($Q = F_g$), па је:

$$G = \frac{F_g}{m} = \frac{Q}{m}.$$

Одавде је: $Q = G \cdot m$.

Ако човек има масу од 70 kg, његова тежина износи:

$$Q = G \cdot m = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 70 \text{ kg} = 686,7 \text{ N}.$$

Тежина тела није поуздана карактеристика тела. Тежина истог тела на Земљином полу и екватору је различита (што је условљено обртањем Земље око своје осе). Тежина тела на Месецу је око шест пута мања него на површини Земље. У бестежинском стању (у шта нас уверавају космонаути који „лебде“ у простору космичког брода) тежина тела је једнака нули.

Знамо и то да је тежина тела у води мања него у ваздуху.

Дакле, тежина тела је релативан појам. Њена вредност зависи од услова у којима се тело налази.

У свим примерима у којима смо казали да тежина истог тела има различите вредности, маса тог тела остаје непромењена (стална).

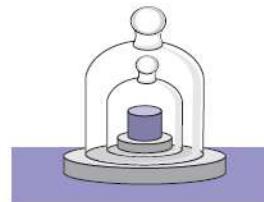
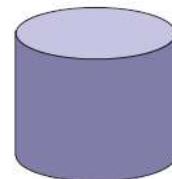
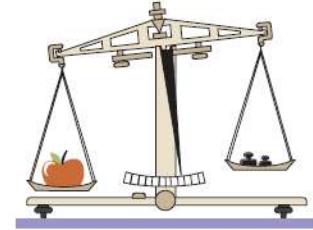
МЕРЕЊЕ МАСЕ ТЕЛА

Маса тела мери се: у продавницама, пијацама, аптекама, лабораторијама... Мерењем контролишемо и масу сопственог тела.

Мерење масе тела практично се остварује једноставно. Међутим, дубље схватање процеса мерења захтева познавање основних облика испољавања масе тела: инерктног и гравитационог својства тела и одговарајућих физичких законова.

У процесу мерења масе тела упоређују се квантитативне вредности једног основног облика испољавања масе тела са истим таквим својством еталона, договорно узето да има масу од једног килограма (kg). (Обично се користи гравитационо испољавање масе тела). Једноставније казано:

Мерење масе тела заснива се на упоређивању масе тог тела са масом еталона килограма (kg).



Сл. 5.8. Еталон килограма

Килограм (kg) је јединица масе тела у Међународном систему мерних јединица.

Килограм је маса међународног еталона килограма који се чува у бироу за мере и тегове у Севру крај Париза.

Еталон килограма, направљен је у облику ваљка од легуре платине (90 %) и иридијума (10 %) у облику цилиндра чији је пречник једнак његовој висини (сл. 5.8).

Користе се веће и мање јединице од једног килограма. Приказане су у табели 10.

Веће јединице од килограма [kg]	Мање јединице од килограма [kg]
t = 1000 kg	1 kg = 1000 g
	1 g = 0,001 kg
	1 g = 1000 mg
	1 mg = 0,001 g
	1 kg = 1000000 mg
	1 mg = 0,000001 kg

Табела 10. Веће и мање јединице од килограма

У пракси као вансистемске јединице за масу користе се: квантал, или метарска цента ($q = 100 \text{ kg}$) и карат ($k = 0,2 \text{ g}$), који треба разликовати од старе мере за финоћу (чистоћу) злата, која се сада изражава у промилима (%).

Како се мери маса тела?

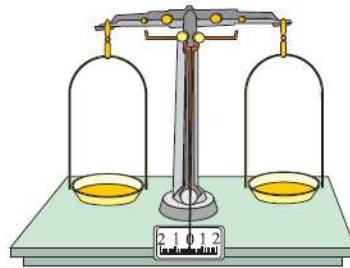
За мерење цака кромпира, кесе банана или нпр. лека у апотеци, као што знамо, користе се разне врсте **вага**. Избор ваге за мерење масе тела зависи од прецизности коју треба постићи мерењем.

Употреба класичне **ваге**, заснива се на принципу **полуге**. Полуга је чврсто тело, у овом случају у облику шипке, које се може обртати око непокретног ослонца. Ваге засноване на принципу равнокраке полуге, називају се **теразије** (сл. 5.9). Код њих је ослонац на средини полуге. На крајевима полуге обешена су два таса: један за тегове, а други за тело чија се маса мери.

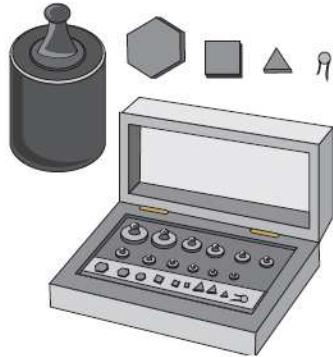
Комплет тегова (сл. 5.10) је саставни део ваге (теразија). Њиховом комбинацијом теразије се доводе у равнотежно стање, у стање када је полука у хоризонталном положају (сл. 5.9). У стању равнотеже теразија маса тела (која се мери) једнака је маси тегова (која нам је позната):

$$m_{\text{тела}} = m_{\text{тегова}}$$

За брзо мерење масе неког тела (терета), али мање прецизно, још од римских времена у употреби је разнокрака вага – **кантар** (сл. 5.11). На дужем краку је покретни тег, а на краћем краку ставља се тело (терет) чија се маса мери. Дужи крак се продужава или скраћује померањем тега док се не постигне равнотежа. Положај покретног тега на дужем краку у стању равнотеже кантара показује вредност масе тела (терета) на краћем краку (чија се дужина не мења). Што је удаљенији покретни тег на дужем краку кантара у стању равнотеже, то је маса тела (терета) на краћем краку већа.



Сл. 5.9. Лабораћоријска вага



Сл. 5.10. Гарнитуре тегова



Сл. 5.11. Кантар

Прецизнија мерења

За прецизнија мерења масе тела (и до милионитог дела килограма) користи се **лабораторијска вага**. Сличне ваге се користе у физичким и хемијским лабораторијама. У апотекама се користи веома прецизна **апотекарска вага**.

Ваге без тегова

У данашње време све више се користе савремене **електронске (дигиталне) ваге** без тегова (сл. 5.12). Маса тела се непосредно очитава на дисплеју ваге. Оне су знатно прецизније од класичних вага са теговима.

Поступак мерења масе тела детаљније ћемо упознati приликом извођења лабораторијских вежби.



Сл. 5.12. Дигитална вага

ГУСТИНА СУПСТАНЦЕ

Познавање облика, запремине и масе су важни подаци о сваком телу. Али, њихово појединачно познавање не омогућава да се одреди врста супстанце од које је тело начињено. Потребно је било увести физичку величину чија је вредност карактеристична за сваку супстанцу. Та величина назива се **густина супстанце**. Када се каже **густина тела**, онда се мисли на густину супстанце од које је направљено то тело. Густина супстанце (тела) обично се означава грчким словом ρ (ро).

Означавајући масу и запремину тела уобичајеним словима m и V , густина се изражава (дефиниши) формулом:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Густина хомогеног тела сачињеног од исте врсте супстанце једнака је односу (количнику) масе тела и његове запремине. Или: **густина је маса јединице запремине дате супстанце.**

Назив супстанце	Густина [kg / m ³]
злато	19 300
сребро	10 500
олово	11 300
гвожђе	7 800
бакар	8 900
бетон	2 200
буково дрво	750
машинско уље	900
вода	1 000
лед	916
алкохол	800
жива	13 600
бензин	710
ваздух	1,29

Табела 11. Вредности густина неких супстанци

На основу претходне формуле, јединица густине супстанце у Међународном мерном систему је: килограм по кубном метру $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$.

Вредност густине је карактеристичан податак за сваку супстанцу. Зато ћемо вредности густине неких супстанци табеларно приказати (табела 11).

Из табеле се види да тела веће густине имају и већу масу. На пример, један кубни метар бакра има већу масу од кубног метра воде 8,9 пута.

Средња густина

Говорили смо о густини хомогених тела састављених од чисте супстанце. Међутим, често се сусрећемо са телима сачињеним од различитих супстанци. Како израчунати, на пример густину брода, авиона, фудбалске лопте итд. Проблем се решава увођењем **средње густине тела**.

Средња густина тела одређена је количником његове масе и укупне запремине. Може се на пример, замислiti авион као хомогено тело чија је густина једнака средњој густини авиона. Овде нема смисла говорити о густини као маси јединице запремине супстанце. Зашто?

Физичке величине и њихове мерне јединице, које се користе у описивању и тумачењу садржаја ове тематске целине, приказане су у табели 12.

Физичка величина	Ознака	Мерна јединица	Веза између величина
маса	m	kg	$m = \rho V$
запремина	V	m^3	$V = \frac{m}{\rho}$
густина	ρ	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\rho = \frac{m}{V}$

Табела 12.

Пример 1.

Густина алуминијума на Земљи је 2700 kg/m^3 . Колика је густина алуминијума на Месецу ако се зна да је тежина космонаута на Месецу 6 пута мања него тежина тог космонаута на Земљи?

Одговор:

Густина алуминијума на Месецу је иста као на Земљи, без обзира на то што је тежина сваког тела на Месецу 6 пута мања него на Земљи.

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ЧВРСТИХ И ТЕЧНИХ ТЕЛА

Под густином тела подразумева се густина супстанце од које је тело начињено. Ограничићемо се на одређивање густине чврстих и течних тела код

којих се узима да густина има сталну вредност. Спољашњи утицаји, као што су притисак и температура на промену запремине тих тела, а тиме и њихове густине, обично се занемарују, што се не може учинити за тела у гасовитом стању.

Густина чврстих и течних тела хомогеног састава, сачињена од исте врсте супстанце, одређује се на основу формуле $\rho = \frac{m}{V}$.

За одређивање густине потребно је, дакле, мерити масу тела и његову запремину. Маса тела мери се теразијама, а запремина мензуrom или се израчунава на основу одговарајућих формулa, ако је тело правилног геометријског облика. Могу да се користе мензура и суд са преливом.

Пример 2.

Комад леда у облику коцке ивице 10 cm, има масу 0,916 kg. Колика је густина леда?

Подаци: $a = 10 \text{ cm}$, $m = 0,916 \text{ kg}$; $\rho = ?$

Решење:

$$V = a^3 = 10^3 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,916 \text{ kg}}{0,001 \text{ m}^3} = 916 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3},$$

што се поклапа са податком у табели 11.

Да би се измерила маса течности, прво се мери маса празног суда, онда маса суда испуњеног течношћу. Разлика ове две вредности је маса дате течности. Запремина течности мери се тако што се она сипа у мензуру и очитава њена вредност.

Пример 3.

Маса празног суда је 0,120 kg, а његова запремина 150 cm³. Када се суд испуни течношћу чију густину треба одредити, његова маса износи 0,255 kg. О којој је течности реч?

Подаци: $m_1 = 0,120 \text{ kg}$, $m_2 = 0,255 \text{ kg}$,
 $m = m_2 - m_1 = 0,255 \text{ kg} - 0,120 \text{ kg} = 0,135 \text{ kg}$, $V = 150 \text{ cm}^3 = 0,00015 \text{ m}^3$; $\rho = ?$

Решење:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,135 \text{ kg}}{0,00015 \text{ m}^3} = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Упоређујући овај резултат са подацима у табели 11, закључује се да је суд испуњен машинским уљем.

О мерењу густине тела више ћете сазнати приликом извођења лабораторијске вежбе.

СИСТЕМАТИЗАЦИЈА И ОБНАВЉАЊЕ ГРАДИВА

- Маса је основно својство тела, а тиме и супстанце (јер су тела изграђена од супстанце).

Маса је мера инертности тела. Јединица масе тела је килограм (kg).

- Својство тела да се одупире промени стања кретања, односно промени брзине тела, назива се **инертност**.

- **Закон инерције (Први Њутнов закон): свако тело остаје у стању мирувања или равномерно праволинијског кретања све док га неко друго тело (или тела) не изведе из тог стања.**

- Сила којом тело услед Земљине гравитационе силе (Земљине теже) дејује на хоризонталну подлогу, истеже металну опругу, затеже конац, нит... о које је тело обешено, назива се **тежина тела**.

Мерна јединица тежине, као и силе уопште је **њутн (N)**. Треба строго разликовати масу и тежину тела.

Маса тела има исту вредност на Земљи, Месецу или било којем месту у космосу (простору). Маса датог тела је иста у ваздуху и води и не зависи од агрегатног стања супстанце, нпр. литар воде има исту масу независно од тога да ли је у стању леда или водене паре. Међутим, тежина тела се мења зависно од спољашњих услова. На пример, тежина датог тела у ваздуху и води није иста. Тежина истог тела разликује се на Земљи и Месецу; зависи, дакле, од места у простору у којему се мери тежина тела.

Маса је величина која карактерише инертна и гравитациона својства тела. Има увек позитивну вредност. Маса је адитивна величина: маса скупа тела једнака је збиру маса поједињих тела.

Маса се мери теразијама, а сила динамометром.

- **Густина хомогеног тела састављеног од истородне супстанце једнака је односу (количнику) масе тела и његове запремине:**

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Јединица густине је килограм по кубном метру $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$. На основу претходне дефиниције, може се казати да је густина маса јединице запремине одређене супстанце.

Средња густина тела одређена је количником његове масе и укупне запремине.

Може се, нпр. замислiti авион (или брод, подморница) као хомогено тело чија је густина једнака средњој густини авиона. Овде нема смисла говорити о густини као маси јединице запремине супстанце зато што поједињи делови датог тела (авиона, брода, подморнице...) имају различите густине.

ПЕТА ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ТЕЛА

Густина чврстих тела правилног геометријског облика може да се одреди мерењем масе и димензија тела. Запремина тела се одређује помоћу одговарајућих формулa. За мања чврста тела (која се не растварају у води), неправилног геометријског облика, густина може да се одреди потпуним потапањем тела у мензуру у коју је претходно насута течност познате густине (вода). На основу промене нивоа течности у мензури очитава се запремина истиснуте течности која је бројно једнака запремини чврстог тела. Маса тела се измери теразијама, а густина одређује рачунски, на основу познате формуле. Дакле, густина течности може се одредити мерењем њене масе и запремине.

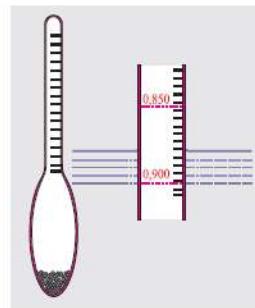
$$\rho = \frac{m}{V}.$$

За брже одређивање густине течности користи се **ареометар**. То је затворена стаклена цев на чијем се доњем делу налази оловна сачма или жива (слика 1). На горњем суженом крају цеви (константног пресека) налази се градусирана скала.

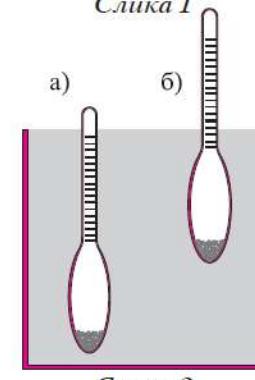
На подељку скале који се поклапа са нивоом течности очитава се густина течности.

Постоје две врсте ареометра (слика 2). За течности чија је густина већа од густине воде нулти подељак скале је на горњем крају сужене цеви (слика под а). Друга врста ареометра се користи за течности чија је густина мања од густине воде. Нулти подељак скале ових ареометра је на доњем крају сужене цеви (слика под б).

У овој лабораторијској вежби одређујемо, меримо густину чврстих тела неправилног облика помоћу мензуре.



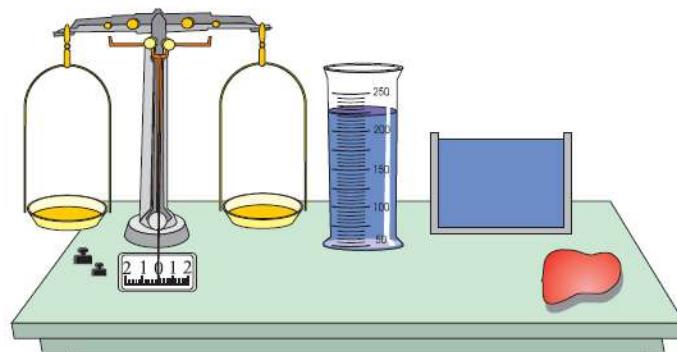
Слика 1



Слика 2

Прибор

Теразије са теговима, тело чија се густина одређује, мензура и суд са водом.



Упутство

1. Помоћу теразија измерите масу тела неправилног облика (m).
2. Наспите воду у мензуру и прочитајте њену запремину (V_v).
3. Тело, којем је претходно измерена маса, спустите у мензуру са водом и прочитајте укупну запремину тела и воде (V_t).
4. Израчунајте запремину тела:

$$V_t = V_u - V_v$$

5. Одредите густину тела помоћу формуле $\rho = \frac{m}{V_t}$.

Приказивање резултата

Добијене податке унесите у табелу

Маса тела m [kg]	Запремина воде V_v [cm ³]	Укупна запремина V_u [cm ³]	Запремина тела V_t [cm ³]	Густина тела ρ [kg/m ³]

Закључак

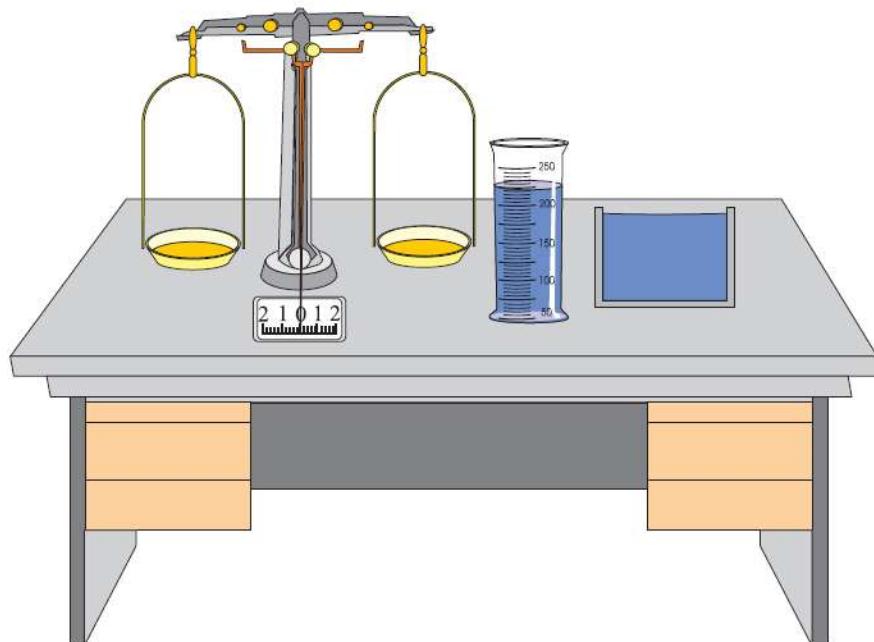
Напомена: Ако тело не може да стане у мензуру да би му се одредила запремина, онда користите суд са преливом и мензуру.

ШЕСТА ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ТЕЧНОСТИ

Прибор

Теразије са теговима, мензура, суд са течношћу, чија се густина одређује.



Упутство

1. Измерите масу празног суда (m_s).
2. У мензуру наспите течност чија се густина одређује и измерите њену запремину (V_v).
3. Преспите течност из мензуре у суд и измерите укупну масу суда и течности (m_u).
4. Израчунајте масу течности: $m_u - m_s = m_t$
5. Применом формуле $\rho = \frac{m_u - m_s}{V_v}$, одредите густину течности.

Приказивање резултата

Добијене податке унесите у табелу.

Маса суда m [kg]	Запремина воде V_v [cm³]	Укупна маса суда и течности m_u [kg]	Маса течности m_t [kg]	Густина течности ρ [kg m³]

Закључак

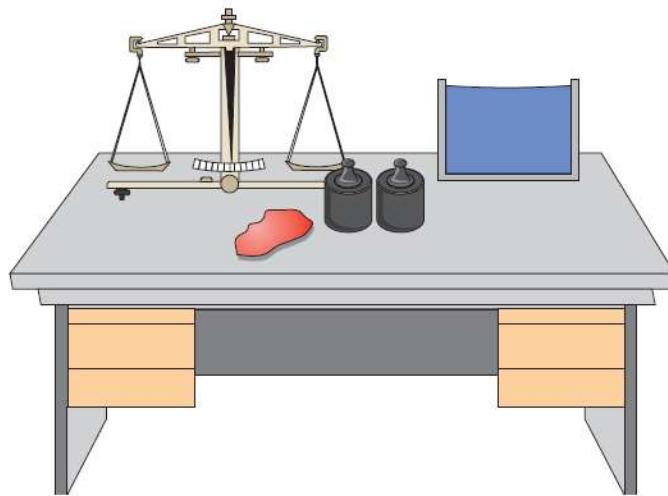
Напомена: Ако немамо мензуру, запремина суда, односно течности чија се густина одређује, може се одредити мерењем масе воде у суду. Знамо да је бројна вредност масе у грамима једнака бројној вредности запремине воде у кубним центиметрима.

СЕДМА ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ЧВРСТОГ ТЕЛА

Прибор

Теразије, слог тегова, тело чија се густина одређује, суд са водом и додатно постолje за суд са водом у који се потапа тело.



Упутство

1. О један крак теразија помоћу танког конца (занемарљиве масе) окачите тело направилног облика и измерите његову масу (m).

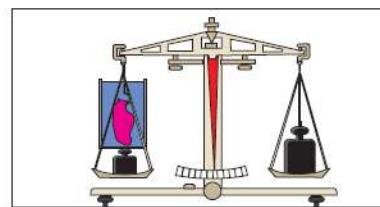
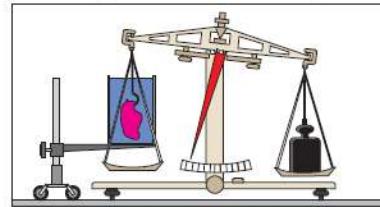
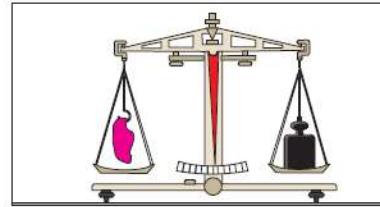
2. Тело потопите у суд са водом тако да не додирује зидове суда. Суд је на сталку који не додирује тас теразија. Тада ће се пореметити равнотежа на теразијама.

3. Додајте тегове на тас о који је окачено потопљено тело у суд са водом тако да се поново успостави равнотежа. Знамо да је бројна вредност масе у грамима једнака бројној вредности запремине воде у кубним центиметрима. То значи да је маса додатих тегова у грамима бројно једнака запремини истиснуте воде, односно запремини воде V у кубним центиметрима.

4. Применом формуле

$$\rho = \frac{m}{V},$$

израчунајте густину тела.



Приказивање резултата

Податке добијене мерењем унесите у табелу.

Маса тела m [kg]	Маса додатих тегова (истиснуте воде) m_1 [kg]	Запремина воде истиснуте телом V [m^3]	Густина тела ρ $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$

Закључак

Напомена: Добијене вредности за густину тела су релативно тачне, зато што се запремина тела овом методом мери са тачношћу $0,01 \text{ cm}^3$, а то се не може постићи мерењем мензуром.

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

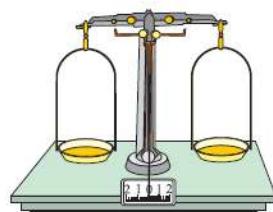
1. На слици, под а), б), в), препознајте ваге којима се мере масе: цак кромпира, кесе слаткиша и неког лека. Испишите испод слике називе: кромпир, слаткиш и лек и одговарајући тег: 1 kg, 1 g, 1 mg.



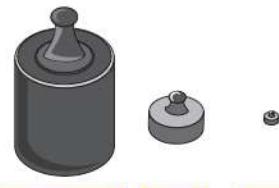
a) _____



б) _____

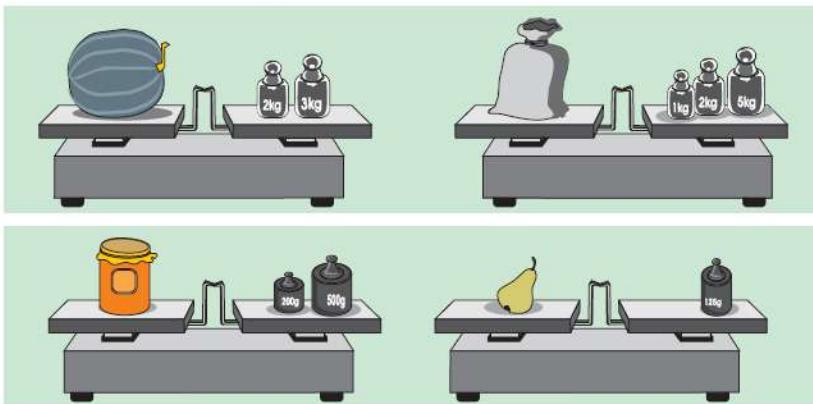


в) _____



1kg 1g 1mg

2. На основу приказаних слика испуните табелу:



Тело	Маса

3. Метални новчић од 50 пара има масу 2 g. Колика је вредност новца у 10 kg таквих новчића.

Одговор: Пошто је $10 \text{ kg} = 10\,000 \text{ g}$, то је број новчића од 50 пара у $10\,000 \text{ g}$:

$$n = \frac{10000 \text{ g}}{2 \text{ g}} = 5000$$

Укупна вредност новца добија се множењем овог броја вредношћу једног новчића:

$$5000 \cdot \frac{1}{2} \text{ динара} = \mathbf{2500} \text{ динара}$$

4. Колика је маса воде која се добија топљењем 2 kg леда?

Одговор: Топљењем 2 kg леда, добија се **2 kg** воде.

5. Попуните празна места у тексту:

Физичка величина одређена количником _____ и _____ назива се густина.

Одговор: масе и запремине тела.

6. У резервоару бензинске пумпе има 71 000 kg бензина. Колика је густина бензина, ако је запремина резервоара 100 000 l. Заокружите исправан одговор.

Одговор: а) $71\ 000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; б) $710 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; в) $7100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; г) $71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Проверите одговор у табели 11.

7. Маса дрвеног чамца је 75 kg. Колика је густина буковог дрвета употребљеног за израду овог чамца, ако је његова запремина $0,1 \text{ m}^3$?

Подаци: $m = 75 \text{ kg}$, $V = 0,1 \text{ m}^3$, $\rho = ?$

Решење: Знамо да је: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{75 \text{ kg}}{0,1 \text{ m}^3} = 750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

8. Када вода хлађењем прелази у лед, мења се:

- а) маса и густина;
- б) маса и температура;
- в) маса, запремина и густина;
- г) запремина и густина;
- д) не знам.

Одговор: г)

9. Попуните празна места у тексту:

Утврђено је да је тежина истог тела на Месецу 6 пута _____ него на Земљи. Та чињеница _____ на вредност густине тела. Вредност густине тела као и његове масе _____ од места где се оно налази.

Одговор: мања, не утиче, не зависи.

10. У златни пехар стане 1 l црног вина. Када се пехар напуни вином његова маса износи 2,1 kg. Густина црног вина је $1100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Одредити густину злата од којег је пехар направљен, ако његова запремина износи $51,81 \text{ cm}^3$.

Подаци: $V = 1 \text{ l}$, $m = 2,1 \text{ kg}$, $\rho = 1100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $V_o = 51,81 \text{ cm}^3$; $\rho_o = ?$

Решење: Маса злата од којег је пехар направљен је:

$$m_o = m_1 - \rho V,$$

а густина злата: $\rho_o = \frac{m_o}{V_o} = \frac{m_1 - \rho V}{V_o}$

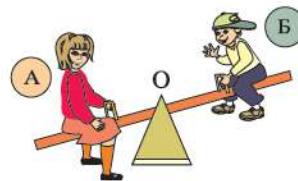
Заменом одговарајућих вредности добија се:

$$\rho_o = 19\ 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$



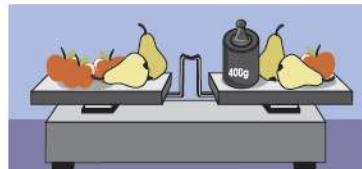
ТЕСТ ЗНАЊА

1. Два ученика седе на клацкалици на једнаким растојањима од тачке ослонца О. Који од ученика А или Б има већу масу?



Број поена 5

2. Колика је маса јабуке ако постоји равнотежа на теразијама (слика)? Свака јабука и свака крушка имају једнаке масе.



Број поена 5

3. На једном тасу теразија је половина јабуке и тег од 150 g а на другом цела јабука. (Целе јабуке имају једнаке масе). Колика је маса једне јабуке ако су теразије у равнотежи?



Број поена 5

4. Упоредите вредности масе тела уписивањем у празан кружни знакова: веће (>), мање (<) или једнако (=):

a) $60 \text{ kg} + 3000 \text{ g} + 1000 000 \text{ mg}$ 65 kg

b) 300 kg $\frac{1}{4} \text{ t}$

v) $1 \text{ kg} - \frac{1}{2} \text{ kg}$ 500 g

г) $\frac{1}{5} \text{ t} + 100 \text{ kg} + 2000 \text{ g}$ 305 kg

д) $30 000 000 \text{ mg} - 3000 \text{ g} - 2 \text{ kg}$ $\frac{1}{40} \text{ t}$

Број поена 10

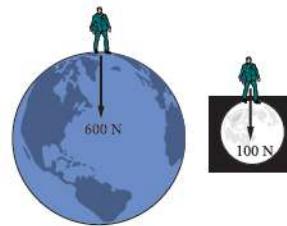
5. Међу девет кликера истог изгледа један има већу масу од осталих. Како ћемо помоћу теразија из два мерења одредити који је то кликер?

Број поена 10

6. Знамо да је тежина истог тела на Земљи већа него на Месецу око 6 пута, на пример, тело тежине 600 N на Земљи, на Месецу има тежину 100 N (слика).

Да ли је маса датог тела већа или мања на Земљи или Месецу?

Број поена 10



7. Ивица дрвене коцке дуга је 20 см. Маса коцке је 6,4 kg. Колика је њена густина?

Број поена 5

8. Маса празне стаклене флаше запремине 1 l је 0,6 kg. Када се флаша напуни сирупом од купина њена маса износи 1,8 kg. Колика је густина сирупа?

Број поена 5

9. Снег који је падао током целе ноћи испунио је кофу, запремине 12 l. Када се снег отопио током дана у кофи је било 2 l воде. Колика је густина снега? Густина воде је $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Број поена 10

10. Шта знате казати о односу густине истог тела на површини Земље и на површини Месеца? Спољашњи утицаји (температура, притисак) се занемарују:

- а) густина тела на Земљи и Месецу има исте вредности;
- б) густина тела је већа на Земљи него на Месецу;
- в) густина тела је мања на Земљи него на Месецу;
- г) густину тела на Земљи и Месецу нема смисла упоређивати;
- н) не знам.

Број поена 5

11. Школски сунђер је облика квадра чије су димензије 20 см, 15 см и 10 см. Маса сувог сунђера је 0,175 kg. Када се сунђер напотпи водом, тако да вода испуни све шупљине, његова маса износи 1,175 kg колика је густина материјала од којег је направљен сунђер? Густина воде је $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Број поена 15

12. Маса легуре олова и цинка је 0,301 kg. Одредите масу олова и цинка у тој легури, ако је њена запремина 30 cm^3 . Густина олова је $11\ 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, а густина цинка $7300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

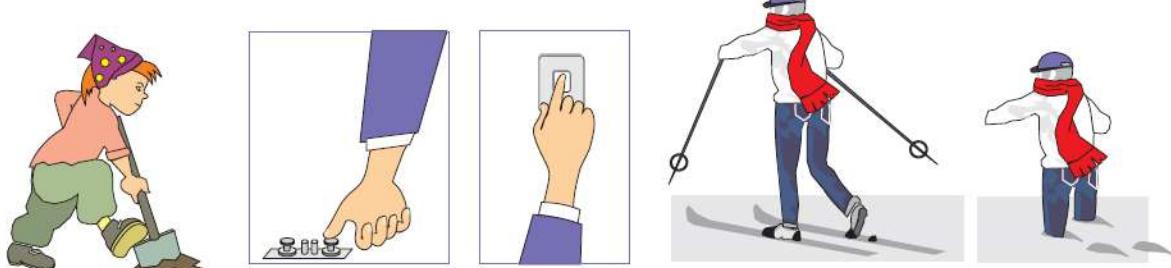
Број поена 15

ПРИТИСАК

ПРИТИСАК ЧВРСТИХ ТЕЛА

У свакодневном животу често се чује реч **притисак**. Кажемо да вода на вишим спратовима споро тече из славина, јер нема довољан притисак. Притиском на ашов обрађујемо земљиште, а на педалу кочнице заустављамо аутомобил. Улаз у стан најављујемо притиском на прекидач електричног звонца. Ексер утискујемо у даску или зид притиском на његову главицу. Притиска се сетимо и кад нам неко стане на ногу и кад идемо на лекарске прегледе (кровни притисак) итд.

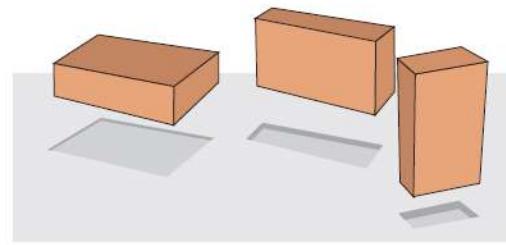
Зимска шетња по снегу је идлична, посебно када смо на скијама. Без скија ноге нам дубоко пропадају у снег, ходамо све теже, и наше задовољство не траје дugo.



Сл. 6.1. Примери (илустрације) притиска

Зашто смо на скијама покретљивији и са мање напора се крећемо? У тражењу одговора, подсећамо се на основне карактеристике сile. Као што знаамо, сила као физичка величина одређена је интензитетом, правцем, смером и нападном тачком. У нападној тачки „концентрисано“ је деловање сile. Управо, у последњој реченици лежи кључ решења. Човекова тежина на скијама или без скија не делује у једној тачки, већ се она распоређује по целој додирној површини са снегом. Кад је човек на скијама, додирна површина је знатно већа од додирне површине стопала и снега.

Овај закључак може да се потврди многобројним примерима и огледима. На влажан и заравњен песак стављамо циглу (опеку) тако да она належе на површину песка најпре својом страном највеће површине, затим средњом и најзад најмањом (сл. 6.2). Отисци цигле у песку биће различити. У првом случају цигла оставља најближи отисак, док у трећем случају она најдубље упада у песак. Тежина цигле се равномерно распоређује на различите додирне површине услед чега су њени ефекти деловања различити.



Сл. 6.2. Оглед са циглом у песку

На основу разматраних примера закључујемо да ефекти деловања силе зависе: од њеног интензитета, правца и површине на коју се распоређује њено деловање. Због тога је уведена физичка величина која садржи сва та три елемента – **притисак**.

Под условом да сила (тежина тела) делује нормално на површину, притисак се изражава формулом:

$$p = \frac{F_n}{S}$$

Притисак је одређен односом интензитета сile и површине на коју она нормално делује.

Из претходне формуле се види да је јединица притиска: **њутн по квадратном метру** $\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$ и назива се **паскал** (Pa).

Паскал је притисак сile једног њутна када она нормално делује на површину од једног квадратног метра. На пример, притисак од 10 Pa на 1 m² изазваће сила од 10 N.

У пракси се користе и веће јединице од паскала:

килопаскал, kPa = 1000 Pa

мегапаскал, MPa = 1 000 000 Pa

Из израза за притисак: $p = \frac{F_n}{S}$, може да се израчуна интензитет сile притиска ($F_n = pS$) ако су познати притисак и додирна површина међу телима.

ПРИТИСАК У ТЕЧНОСТИМА И ГАСОВИМА

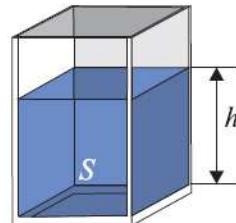
Свако тело врши притисак на подлогу услед своје тежине. То важи не само за чврста тела него и за течности и гасове.

Притисак у течностима у стању мировања, који се јавља услед њихове тежине, зове се **хидростатички притисак**. Одговарајући притисак у гасовима је **аеростатички притисак**.

Од чега зависи хидростатички притисак?

До формуле за хидростатички притисак се долази на следећи начин: посматраћемо суд правоугаоне основе површине S у који је наливена течност до висине h (сл. 6.3). Притисак течности на дно суда p одређен је односом интензитета тежине течног стуба Q и површине S .

$$p = \frac{Q}{S} = \frac{Gm}{S} = \rho \frac{VG}{S} = \rho \frac{ShG}{S} = \rho Gh, \quad p = \rho Gh$$



Сл. 6.3. Израчунавање притиска течности

где су: ρ – густина течности, h – висина течног стуба у суду и G – јачина Земљиног гравитационог поља ($G = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$) и h – висина течног стуба.

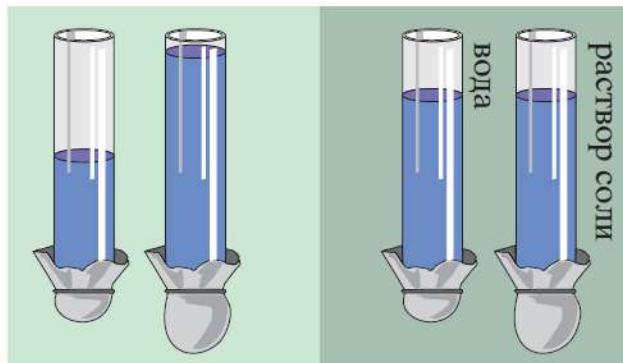
Притисак течности зависи од три величине: густине течности, јачине Земљиног гравитационог поља и висине течног стуба (дубине) на којој се посматра притисак.

То се може проверити огледом. На слици 6.4. је стаклена цев чије је дно затегнута гумена опна. Повећањем висине стуба течности, на пример воде, увећава се испупчење опне. То потврђује да се при повећању висине стуба течности увећава и њен притисак на опну.

На слици 6.5 је цев с чистом водом и друга цев са „јаким“ раствором соли у води. Нивој течности у обе цеви су исти (стубови течности имају једнаке висине). Међутим, њихови притисци на гумене опне нису једнаки (више је испупчена опна цеви у којој је раствор соли). То се објашњава тиме, што је густина раствора соли већа од густине воде. Дакле,

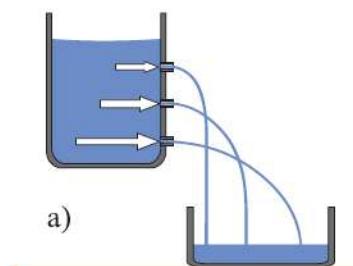
притисак у течностима зависи од њихове густине.

Повећање хидростатичког притиска са дубином, односно висином течног стуба се једноставно може демонстрирати помоћу суда са више једнаких бочних отвора који се налазе један испод другог (сл. 6.6). Када се суд напуни водом и извуку сви чепови, кроз најнижи отвор истиче најјачи млаз воде (са највећим дометом). То потврђује да је на том отвору највећи хидростатички притисак.



Сл. 6.4.
Хидростатички притисак зависи од висине течног стуба

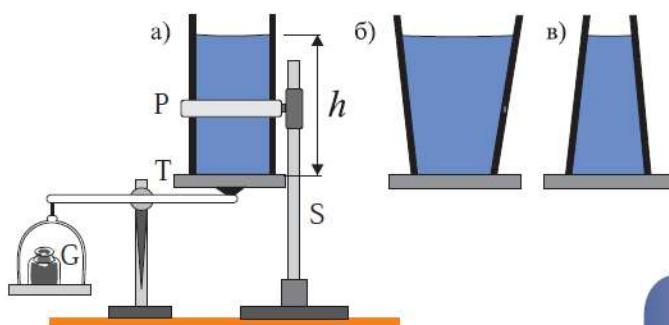
Сл. 6.5.
Хидростатички притисак је већи, ако је густина течности већа



Сл. 6.6. Хидростатички притисак распсе са дубином

Хидростатички парадокс

На сл. 6.7. је приказан уређај (теразије) помоћу кога се може проверити **хидростатички парадокс**. У прстену Р на стативу S стављају се редом судови различитог облика (а, б, в) који имају исту површину доњег отвора. Када се на један крај теразија окачи тег G, плочица T се



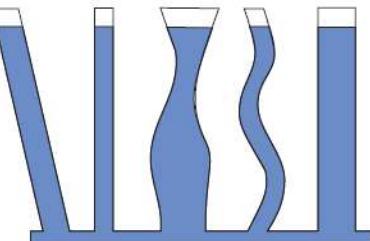
Сл. 6.7. Хидростатички парадокс

прислони уз отвор суда и служи као његово дно. У суд на теразијама сипа се вода. Плочица ће бити прислоњена уз доњи отвор суда све док је сила хидростатичког притиска на дно мања од тежине тега. Када се сила хидростатичког притиска изједначи са тежином тега, вода почиње да истиче. Оглед показује да ће вода почети да истиче увек при истој висини h нивоа течности у суду, без обзира који суд ставимо на теразије. Дакле, иако је маса воде у суду б) већа, а у суду в) мања од масе воде у суду а) при истој висини нивоа h , сила хидростатичког притиска на дно суда у сва три случаја је иста.

Хидростатички притисак не зависи од облика суда нити од масе течности у суду. Ова констатација позната је као **хидростатички парадокс**.

Хидростатичким парадоксом могу се објаснити спојени судови, нивомери, артерски бунари, водовод и др.

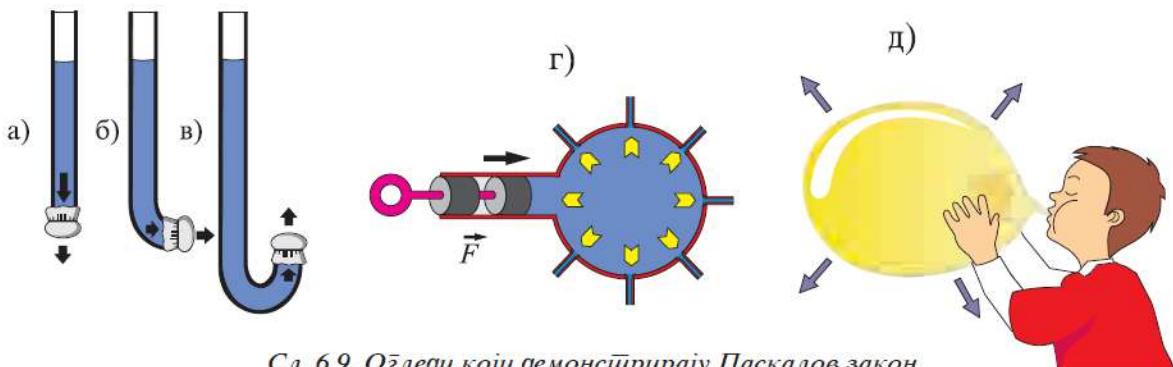
Неколико стаклених судова, различитих облика са заједничким дном, међусобно је спојено (сл. 6.8). Када се течност сипа у један од судова, она прелази у све судове док слободне површине у њима не дођу до исте хоризонталне равни (истог нивоа). Ово важи када су судови отворени и кад цеви нису сасвим уске. Када су слободне површине течности у свим судовима у истој хоризонталној равни, онда је хидростатички притисак исти у свим судовима без обзира на њихов облик и количине течности у њима. Ова законитост је позната под називом **закон спојених судова**. Закон спојених судова се веома често примењује у свакодневном животу (водоводна мрежа, нивелисање терења, водоскоци итд.).



Сл. 6.8. Спојени судови

ПАСКАЛОВ ЗАКОН

Закон се може разумети на основу огледа. Када се на један отвор стаклене цеви разапне гумена опна и у цев улије течност, опна ће се испупчiti (сл. 6.9, под а). Исто ће се десити, ако је отвор цеви са бочне стране или окренут нагоре (сл. 6.9, под б и в). Степен испучености гумене опне је исти у сва три случаја ако су висине течних стубова једнаке.



Сл. 6.9. Огледи који демонстрирају Паскалов закон

Паскалов закон:

Спољашњи притисак кроз хомогене течности и гасове у стању мировања преноси се подједнако у свим правцима.

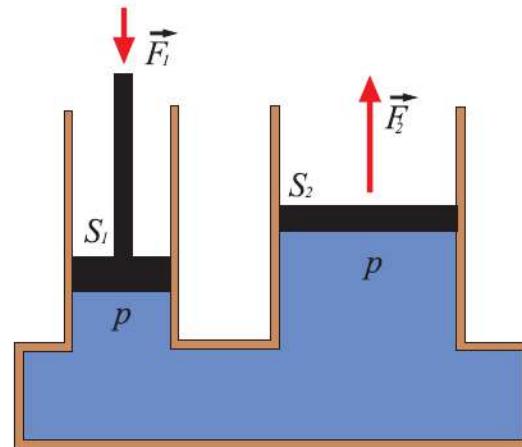
Паскалов закон се најједноставније може демонстрирати помоћу огледа (сл. 6.9, под г). На шупљу металну лопту причвршћена је једна шира метална цев са клипом. Лопта има узане отворе по целој површини. Када се лопта и цев напуне водом па се делује извесном силом на клип, вода истиче у једнаким млаzewима кроз све отворе. То потврђује да се спољашњи притисак који делује на затворене течности и гасове (слика, под д) у стању мировања, преноси подједнако у свим правцима. Овај оглед је први извео Паскал, па је и по њему назван **Паскалов оглед**.

Хидраулична преса. Принцип рада ове и данас веома важне направе (сл. 6.10) заснован је на **Паскаловом закону**.

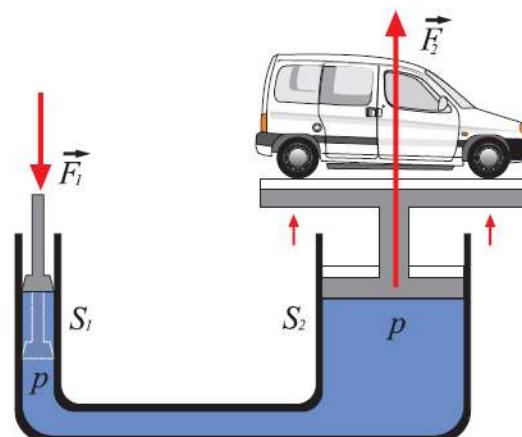
Радни клип S_1 је много мање површине од теретног клипа S_2 . Ако на клип S_1 делујемо спољашњом силом интензитета F_1 , узроковаћемо додатни притисак у целој течности. На клип S_2 делује одоздо тај исти додатни притисак, због чега на њега делује сила интензитета F_2 . Пошто је: $p_1 = p_2$ (спољашњи притисак у течностима се преноси у свим правцима равномерно и подједнако), може се написати:

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

Размотрићемо овај однос на конкретном примеру (сл. 6.11). На клип мање површине делује се спољашњом силом интензитета F_1 . На шири (теретни) клип, тада делује сила притиска интензитета F_2 . Нека је однос површина $\frac{S_2}{S_1} = 100$. Тада је и однос интензитета сила $\frac{F_2}{F_1} = 100$, односно: $F_2 = 100 F_1$. То значи, да ћемо деловањем сile 100 пута мањег интензитета на радни клип (клип мање површине) деловати силом сто пута већег интензитета на теретни клип (клип веће површине) и релативно лако подићи аутомобил.



Сл. 6.10. Хидраулична преса



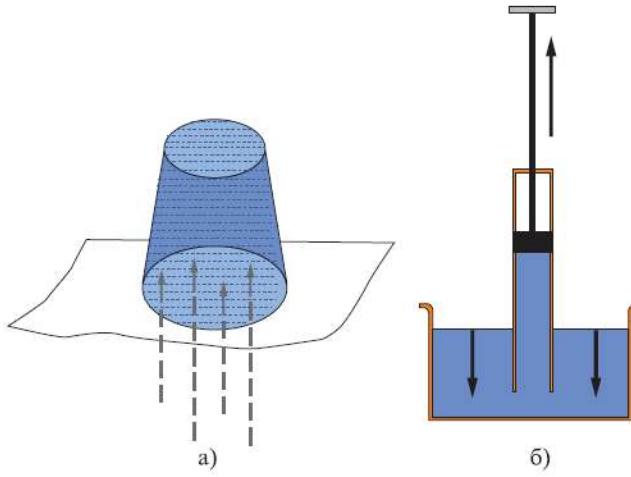
Сл. 6.11. Примена хидрауличне пресе

Притисак који се јавља у гасовима у стању мировања (у затвореним судовима) услед њихове тежине зове се **аеростатички притисак**. Све што је речено за **хидростатички притисак**, важи и за **аеростатички притисак**.

АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК

Земља је окружена ваздушним омотачем, дебљине око 200 km, који се зове **атмосфера**. На већим висинама ваздух је све разређенији и атмосфера постепено прелази у безваздушан простор. Аеростатички притисак који се јавља услед тежине ваздуха зове се **атмосферски притисак**.

Постојање атмосферског притиска може се показати једноставним огледима. Ако се чаша пуня воде поклопи хартијом, а затим притисне руком и пажљиво се преврне, папир се не одваја иако се више не придржава руком и наравно, вода не истиче (сл. 6.12, а). Вода не истиче ни када је чаша у хоризонталном ни у било ком другом положају, што значи да атмосферски притисак делује у свим правцима.



Сл. 6.12. Огледи који потврђују атмосферски притисак

На сл. 6.12, б) је дата вертикална цев са покретним клипом. Један крај цеви је у води, а клип належе на слободну површину воде у цеви. Када се клип помери навише, између клипа и воде образује се слободан (безваздушан) простор. Под дејством атмосферског притиска вода улази у цев са клипом. Ова појава се користи при раду разних пумпи за подизање воде (или других течности) из бунара или резервоара.

Ова појава није била објашњена све до половине XVII века.

Сматрано је да се природа „плаши“ слободног простора (вакуума), па се вода пење за клипом. Међутим, природа се не „плаши“ празног простора, него људима није био познат прави узрок ове појаве.

Прво правилно објашњење ове појаве дао је италијански научник **Торичели**. Он је извео оглед, познат у физици као **Торичелијев оглед**, помоћу кога је објаснио постојање и деловање **атмосферског притиска**.

ТОРИЧЕЛИЈЕВ ОГЛЕД

Стаклена цев (дужине од око 1 m), која је затворена на једном крају, напуни се живом. Затим се цев затвори прстом, окрене наопако и загњури се у шири суд са живом. Прст се склони, а жива из цеви почне да се излива у шири суд. Жива ће се изливати све док се њен ниво не спусти на висину од око 76 cm (ако се оглед изводи на нивоу мора), без обзира на облик као и на то да ли је цев била вертикално или косо постављена (сл. 6.13). Изнад живе остаје безвоздушни простор (вакуум), такозвана **Торичелијева празнина**.

Када жива из цеви престане да истиче, настаје стање равнотеже. На пресеку a – a уравнотежавају се атмосферски притисак (притисак Земљиног ваздушног отомача) на површину живе у ширем суду са притиском живиног стуба у цеви. Атмосферски притисак делује на слободну површину живе у суду и преноси се, по Паскаловом закону, кроз живу на све стране (у свим правцима), па и одоздо навише на живу у цеви, на нивоу a–a.

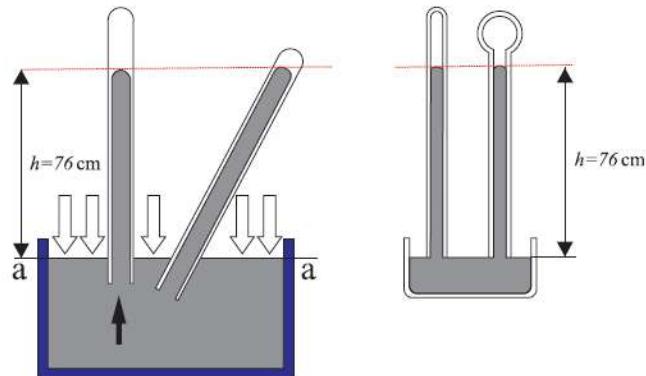
Дакле, **атмосферски притисак је у равнотежи са хидростатичким притиском живе у цеви**.

То значи, ако израчунамо хидростатички притисак живиног стуба, одредили смо и атмосферски притисак.

Пошто се атмосферски притисак мења у зависности од надморске висине и од временских прилика, то ће се мењати и висина живиног стуба у цеви. За **нормални атмосферски притисак** узима се средњи годишњи притисак на нивоу мора. Висина живиног стуба у цеви при нормалном притиску је 76 cm. Тој висини живиног стуба (пошто је густина живе $\rho = 13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) одговара атмосферски притисак:

$$p = \rho G h = 13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,76 \text{ m} = 101\,396 \text{ Pa} \approx 0,1 \text{ MPa.}$$

За изражавање атмосферског притиска често се користи и јединица бар = 100 000 Pa. На основу тога, нормални атмосферски притисак код нас износи око 1014 mbar (милибара). Са повећањем висине изнад Земљине површине, атмосферски притисак се смањује.



Сл. 6.13. Торичелијев оглед

БАРОМЕТРИ И МАНОМЕТРИ

Справе за мерење атмосферског притиска зову се **барометри**.

Постоје две врсте барометара: **живини и метални барометри**.

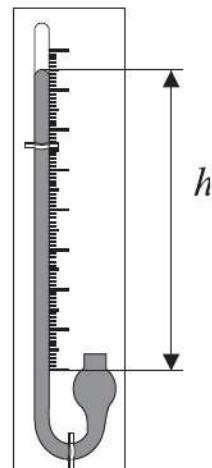
Барометар са живом састоји се од једне савијене цеви која је учвршћена на дрвеној (чврстој) подлози (слика 6.14). За разлику од Торичелијевог огледа, у коме је цев била урођена у посуду са живом, на барометру је цев савијена и проширења у резервоар. Атмосферски притисак делује кроз отвор резервоара на слободну површину живе и уравнотежен је са хидростатичким притиском живиног стуба. Притисак се мери од нивоа слободне површине живе у резервоару до нивоа живе у дужем краку цеви. Вредности атмосферског притиска читају се на скали која је учвршћена поред цеви.

У пракси се употребљава и **метални барометар**, тзв. **анероид** (сл. 6.15). Састоји се из евакуисане металне кутије (мањих димензија) са еластичним поклопцем у облику мембрани, која належе на „осетљиву“ металну опругу. Мембрана је повезана са казаљком (сл. 6.15). Под утицајем спољашњег притиска мембрана се увија изазивајући померање казаљке по градуисаној скали, на којој се очитава мерени притисак.

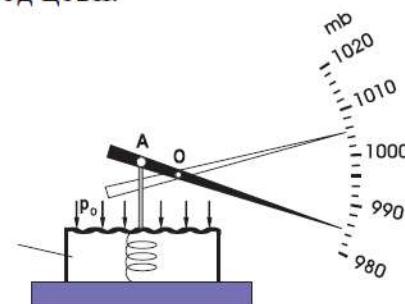
Метални барометар (анероид) служи са одређивање атмосферског притиска где није потребна велика прецизност.

Манометри. Инструмент за мерење притиска, мањих или већих од атмосферског, назива се **манометар**. Манометром се мере, на пример, притисци у затвореним гасовима или притисци на различитим дубинама испод слободне површине течности.

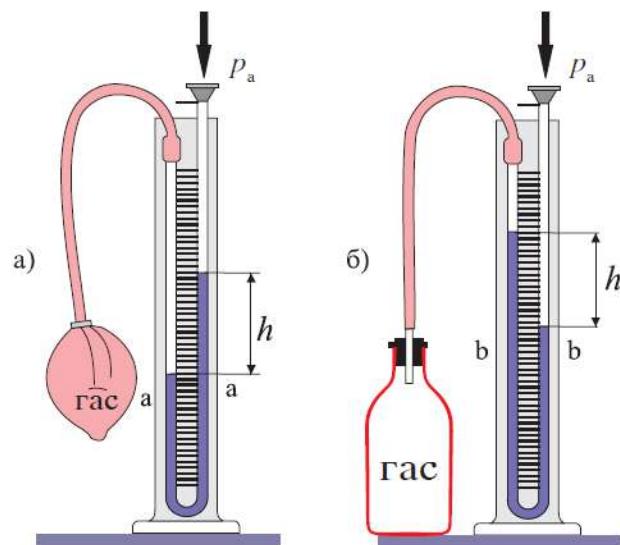
Манометар са течношћу састоји се од једне савијене стаклене цеви у облику латиничног слова „U“ у којој се налази нека течност, обично жива (сл. 6.16). Када су оба крака цеви отворена, течност је у



Сл. 6.14. Живин барометар



Сл. 6.15. Метални барометар

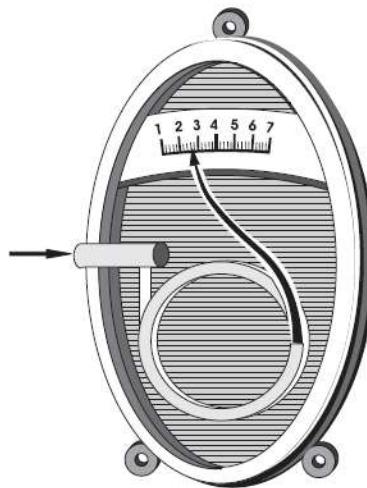


Сл. 6.16. Манометри којима се мери већи и мањи притисак од атмосферског

њима на истом нивоу. Међутим, када се један крак манометра помоћу црева споји са судом у којем се налази гас, нивои течности у крацима манометра више нису једнаки (сл. 6.16).

Разлика нивоа течности (живе) у крацима манометра показује за колико је притисак затвореног гаса већи (или мањи) од атмосферског притиска. Манометар приказан на слици 6.16, а) показује да је притисак гаса у суду већи од атмосферског притиска, а на слици 6.16, б) да је мањи од атмосферског.

Поред манометара са течношћу (живом) постоје и **метални манометри**. Могу бити различити по конструкцији: манометар који ради по истом принципу као и метални барометари (анероиди) и манометар који користи Бурдонову цев (шупља кружна цев, чији је једна крак затворен). Други крај цеви је повезан са гасом чији се притисак мери (сл. 6.17). Под дејством притиска течности или гаса долази до еластичне деформације Бурдонове цеви. Те деформације се преносе на казаљку која се помера испред градуисане скале, на којој се очитавају вредности притиска затвореног гаса (ваздуха).



Сл. 6.17. Метални манометар

СИСТЕМАТИЗАЦИЈА И ОБНАВЉАЊЕ ГРАДИВА

- **Притисак је једнак односу интензитета сile и површине на коју она нормално делује (единичне површине):** $p = \frac{F}{S}$

Ако сила делује под неким углом на површину S , притисак врши само компонента сile F_n која нормално делује на ту површину: $p = \frac{F_n}{S}$

Притисак у чврстим телима преноси се у правцу и смеру деловања сile, нпр. ексер који се закуцава у дрво помера се у смеру деловања сile притиска изазване ударом чекића.

- **Спољашњи притисак који делује на затворене хомогене течности и гасове преноси се подједнако у свим правцима.** Ова формулатија је позната као **Паскалов закон**.

Из претходне формуле види се да је **јединица притиска њутн по квадратном метру** $\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$ и назива се **паскал** (Pa).

- **Пријесак унутар хомогене течности у стању мiroвања једнак је производу густине дате течности (ρ) јачине Земљиног гравитационог поља (G) и висине (дубине) h на којој се посматра притисак:** $p = \rho G h$.

Хидростатички притисак у датој течности на истој дубини једнак је у свим правцима.

Хидростатички притисак не зависи од облика суда нити од масе течности у суду (**хидростатички парадокс**).

- Земља је, као што знајмо, окружена ваздушним омотачем висине око 200 km, који се зове **атмосфера**. Притисак ваздушног стуба Земљине атмосфере зове се **атмосферски притисак**. Ако се узме његова средња годишња вредност на нивоу мора, онда је то **нормални атмосферски притисак**.

За изражавање атмосферског притиска често се користи јединица **бар** $\approx 100\ 000$ Pa.

ОСМА ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

ОДРЕЂИВАЊЕ ЗАВИСНОСТИ ХИДРОСТАТИЧКОГ ПРИТИСКА ОД ДУБИНЕ ВОДЕ

Задатак

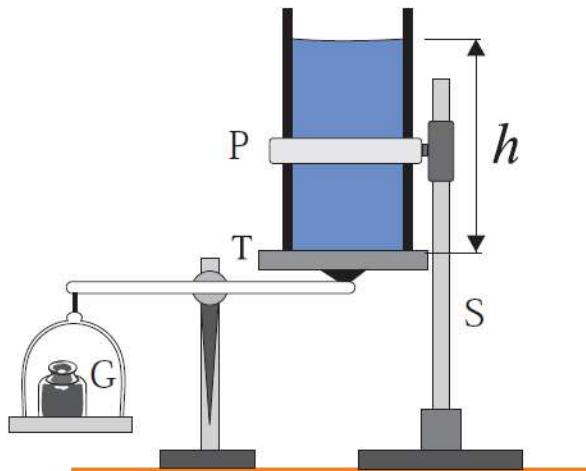
Одредити зависност хидростатичког притиска воде (или друге течности) од дубине (висине течног стуба).

Прибор

Теразије са теговима, статив са прстеном, стаклена цев отворена на оба краја са милиметарском поделом и плоча занемарљиве масе која служи као покретно дно отворене стаклене цеви.

Упутство

На слици 1 је приказан уређај помоћу кога се може мерити хидростатички притисак.



Слика 1

У прстен Р на стативу S ставља се стаклени суд цилиндричног облика. На суду (цеви) је изградуисана скала у милиметрима или центиметрима.

Када се на леви теразија постави тег G, плочица T (занемарљиве масе) на другом краку теразија приљубљује се уз отвор суда и служи као његово дно. После тога у суд се сипа вода. Плочица (покретно дно) биће приљубљена уз доњи отвор суда све док је сила хидростатичког притиска на дно суда мања од тежине тега. Када се сила хидростатичког притиска изједначи са тежином тега, вода почиње да истиче из суда. У том тренутку записује се висина течног стуба. Оглед се понавља са два, три и више тегова. При сваком тегу на тасу теразија записује се висина течног стуба.

Приказивање резултата

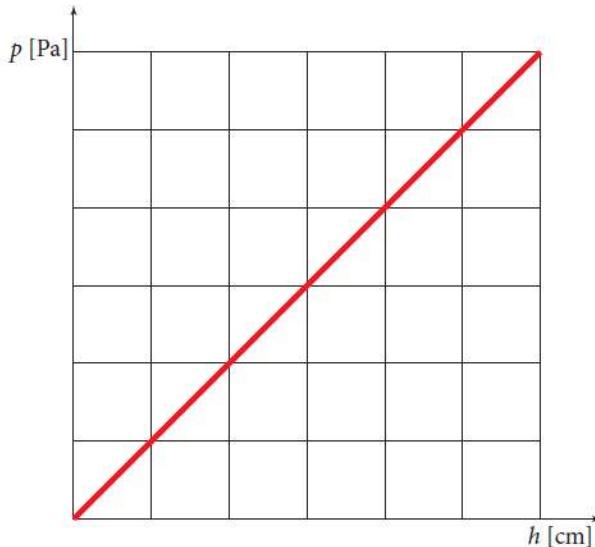
Користећи измерене вредности тежине тегова (силе хидростатичког притиска) израчунајмо одговарајуће вредности за притисак ($p = \frac{F}{S}$), а затим вредности за притисак и одговарајуће висине (дубине) течног стуба запишемо у табелу.

Хидростатички притисак p [Pa]				
Висина течног стуба h [cm]				

Добијене резултате за висину (дубину) течног стуба нанети на хоризонталну x -осу, а за притисак на вертикалну y -осу. Из добијених тачака на тим осама повући вертикалне и хоризонталне линије. Спажањем тачака пресека добија се права линија (графикон) који показује зависност хидростатичког притиска од дубине течности (воде) као што је приказано на слици 2. Такав облик зависности (линеарни) се очекивао с обзиром на облик формуле којом се изражава хидростатички притисак: $p = \rho G h$, где су ρ – густина течности, $G = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ и h – висина течног стуба у суду.

(За ρ и G се узима да имају сталну вредност.)

Закључак



Слика 2

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Притисак је одређен односом _____ и _____ на коју она _____ делује ($p = \frac{F}{S}$)

Одговор: интензитета силе, површине, нормално ($p = \frac{F}{S}$).

2. Испуните места у табели означена знаком питања.

Сила F [N]	Површина подлоге S [m^2]	Притисак p [Pa]
400	5	?
?	20	300
600	?	200
3000	5	?

Одговор:

Сила F [N]	Површина подлоге S [m^2]	Притисак p [Pa]
400	5	80
6000	20	300
600	3	200
3000	5	600

3. Човек стоји на снежној површини: а) у ципелама и б) на скијама. Када врши већи притисак на подлогу?

- а) у оба случаја врши се исти притисак на површину снега;
- б) на скијама;
- в) у ципелама;
- г) не знам.

Одговор: в)

4. На слици је приказан човек који стоји, хода, седи и лежи. У ком случају он врши највећи притисак на подлогу, када:

- а) лежи на подлози;
- б) седи на столици;
- в) стоји на подлози;
- г) кад хода;
- д) не знам.



Одговор: г)

5. Држимо у рукама две кофе напуњене водом које се разликују само по томе, што једна од њих има ширу дршку, а друга ужу (тању). При томе имамо утисак:

- а) да је кофа са ужом дршком лакша;

- б) да је кофа са ужом дршком тежа;
- в) да су обе кофе једнаке тежине;
- д) не знам.

Одговор: б).

6. Спљашњи притисак кроз течности (гасове) у стању релативног мирувања, преноси се:

- а) неравномерно у свим правцима;
- б) у правцу деловања спљашњег притиска;
- в) само у хоризонталном правцу;
- г) равномерно у свим правцима;
- д) не знам.

Одговор: г).

7. Како се преноси притисак у чврстим телима?

Одговор:

Пријесак у чврстим телима преноси се у правцу деловања силе пријеска.

8. Зашто се лакше секу предмети оштрим него тупим ножем?

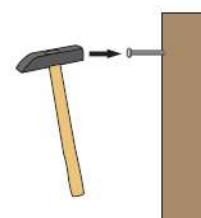
Одговор:

Оштри нож у контакту с предметом има мању додирну површину (већи пријесак), а код тупог ножа већа је додирна површина, али мањи пријесак.

9. Наведите примере смањивања додирне површине међу телима у циљу повећања пријеска.

Одговор:

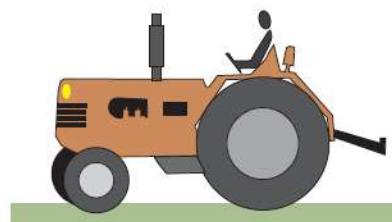
Разне врсте ексерса, клинова који се побијају у Земљу, ашов, мотика, раоници код трактора којима се обрађује земљиште итд.



10. Наведите примере коришћења већих површина у циљу смањења пријеска на подлогу.

Одговор:

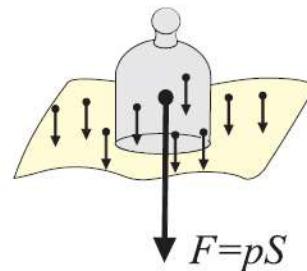
Теренска возила имају точкове са широким гумама; скије, такође, повећавају додирну површину скијаша са снегом; тенк је, такође, пример где се повећава додирна површина у циљу смањења пријеска на подлогу итд.



11. Каква је разлика између пријеска и силе пријеска?

Одговор:

Треба строго разликовати пријесак и силу пријеска. Сила пријеска је резултантна свих сила чије је деловање распоређено по површини на коју се врши пријесак.



тисак. Сила притиска, као и друге силе, има одређену нападну тачку, интензитет (одређен производом притиска и површине: $F = pS$), правац и смер деловања, а притисак је величина коју потпуно одређује бројна вредност и мерна јединица.

12. Човек ашовом прекопава башту. Колики је интензитет сile којом ашов ширине 20 см и дебљине 1 mm делује на земљу ако је притисак 600 kPa?

Подаци: $a = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$, $b = 1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$,

$$p = 600 \text{ kPa} = 600\,000 \text{ Pa}; F = ?$$

Решење:

Прво ћемо израчунати површину ошtre стране ашова:

$$S = a \cdot b = 0,0002 \text{ m}^2.$$

Затим, тражимо интензитет сile:

$$F = pS = 120 \text{ N}.$$



13. Ајфелова кула у Паризу тешка је 90 MN, а ослања се на површину од 450 m². Одредите притисак куле на Земљу.

Подаци: $Q = 90 \text{ MN}$, $S = 450 \text{ m}^2$, $p = ?$

Решење:

Притисак који врши Ајфелова кула на тле једнак је:

$$p = \frac{Q}{S} = \frac{90000000 \text{ N}}{450 \text{ m}^2} = 200\,000 \text{ Pa} = 200 \text{ kPa}.$$

14. Тенк тежине 1 MN ослања се на земљу гусеницама чија је површина 2,5 m². Да ли је већи притисак који он врши на земљу или притисак жене тежине 600 N која стоји на штикли површине 2 cm²?

Подаци: $Q_t = 1 \text{ MN}$, $Q_z = 600 \text{ N}$, $S_t = 2,5 \text{ m}^2$, $S_z = 2 \text{ cm}^2$; $p_t = ?$ и $p_z = ?$

Решење:

Приносак тенка на површину земље је:

$$p_t = \frac{Q_t}{S_t} = \frac{1 \text{ MN}}{2,5 \text{ m}^2} = 0,4 \text{ MPa}$$

Жена преко штикли врши притисак:

$$p_z = \frac{Q_z}{S_z} = \frac{600 \text{ N}}{2 \cdot 0,0001 \text{ m}^2} = 3 \text{ MPa}.$$

Дакле, притисак жене преко штикли на земљу је око 8 пута већи од притиска који врши тенк на земљу.

15. Миланова тежина је 480 N, док његова стопала покривају површину 0,12 m². Да ли Милан може безбедно да стоји на равној површини залеђеног језера, ако лед може да издржи притисак од 5000 Pa? Може ли да хода по тој леденој површини?



Подаци: $Q = 480 \text{ N}$, $S = 0,12 \text{ m}^2$, $p_{\max} = 5000 \text{ Pa}$; $p = ?$

Решење:

Притисак који Милан врши на хоризонталну подлогу је:

$$p = \frac{Q}{S} = \frac{480 \text{ N}}{0,12 \text{ m}^2} = 4000 \text{ Pa}.$$

Како је $p < p_{\max}$, односно $p < 5000 \text{ Pa}$, Милан може безбедно да стоји на равнотој површини залеђеног језера. Да ли може слободно и да хода по тој повшини леда? Треба да видимо. Казали смо да Миланова стопала покривају $0,12 \text{ m}^2$, али при ходу он је краткотрајно на једној нози, па се тада додирна површина умањује за половину, тј. на површину од $0,06 \text{ m}^2$,

$$\text{па је } p' = \frac{480 \text{ N}}{0,06 \text{ m}^2} = 8000 \text{ Pa}.$$

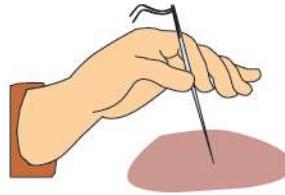
Дакле, $p' > p_{\max}$, односно $p' > 5000 \text{ Pa}$. Значи, Милан не сме да се помери с места. Треба да тражи помоћ!

16. Колики притисак врши шиваћа игла на тканину ако је површина њеног врха $0,01 \text{ mm}^2$, а интензитет силе којом делује нормално на површину тканине износи 2 mN ?

Подаци: $F = 2 \text{ mN} = 0,002 \text{ N}$;
 $S = 0,01 \text{ mm}^2 = 0,00000001 \text{ m}^2$; $p = ?$

Решење:

Притисак шиваће игле на тканину је:



17. Код Филипинских острва измерена је дубина океана 11 km . Колики је хидростатички притисак на тој дубини када се зна да је густина воде на том месту $1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$?

Подаци: $h = 11 \text{ km} = 11000 \text{ m}$, $\rho = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $p = ?$

Решење:

Заменом познатих (датих) вредности у формули за израчунавање хидростатичког притиска, $p = \rho G h$,

$$\text{добија се: } p = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 11000 \text{ m} = 111,1 \text{ MPa}.$$

18. Скијаш тежине 750 N стоји на једној скији чија је дужина 2 m и при томе на снег врши притисак 5000 Pa . Колика је ширина скије?

Подаци: $Q = 750 \text{ N}$, $a = 2 \text{ m}$, $p = 5000 \text{ Pa}$; $b = ?$

Решење:

Површина скије је:

$$p = \frac{Q}{S}, \text{ одавде је } S = \frac{Q}{p} = \frac{750 \text{ N}}{5000 \text{ Pa}} = 0,15 \text{ m}^2$$

$$b = \frac{S}{a} = \frac{0,15 \text{ m}^2}{2 \text{ m}} = 0,075 \text{ m} = 7,5 \text{ cm.}$$



19. Дечак масе 50 kg мирно седи на столици која има четири ноге са једнаким површинама којима она належе на подлогу. Додирна површина једне ноге и пода је 2,5 cm². Колики је притисак који врши столица на под?

Подаци: $m = 50 \text{ kg}$, $S = 2,5 \text{ cm}^2 = 0,00025 \text{ m}^2$, $G = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$; $p = ?$

Решење:

Притисак који дечак преко столице врши на подлогу је:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mG}{S} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{4 \cdot 0,00025 \text{ m}^2} = 490 \text{ 500 Pa.}$$

20. Гвоздена коцка странице $a = 20 \text{ cm}$ налази се на хоризонталној подлози. Колики притисак врши коцка на подлогу? Густина гвожђа је $7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Подаци: $a = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$, $\rho = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $p = ?$

Решење:

Маса коцке је: $m = \rho V$, $m = \rho a^3 = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,008 \text{ m}^3$
 $m = 62,4 \text{ kg}$ и $p = 15303,6 \text{ Pa}$

Притисак коцке на подлогу износи:

$$p = \frac{Q}{S} = \frac{mG}{S} = \frac{mG}{a^2} = \frac{64,4 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{0,04 \text{ m}^2}$$

$$p = 15 \text{ 794,1 Pa.}$$

21. У којем случају се помоћу хидрауличне дизалице подиже 10 пута већи терет од употребљене силе?

Решење:

Помоћу хидрауличне дизалице подиже се 10 пута већи терет од употребљене силе ако се терет налази на клипу чији попречни пресек има 10 пута већу површину од оног на који делује сила. То се види из односа $\frac{F}{Q} = \frac{S_1}{S_2}$, односно: $Q = F \cdot \frac{S_2}{S_1}$.

22. Колика је дубина језера на месту где је хидростатички притисак 9,81 MPa? Густина језерске воде је $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, а $G = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Подаци: $p = 9,81 \text{ MPa}$, $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $h = ?$

Решење:

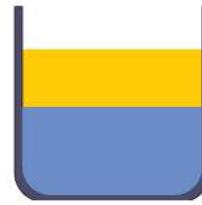
Из израза који одређује притисак:

$$p = \rho G h, \text{ налази се:}$$

$$h = \frac{p}{\rho G} = \frac{9810000 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 1000 \text{ m.}$$

23. У чаши се налази слој уља висине 10 cm и слој воде висине 20 cm. Ако је густина уља $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, густина воде $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, одредите хидростатички притисак на дно суда.

Подаци: $h_1 = 10 \text{ cm}$, $h_2 = 20 \text{ cm}$, $\rho_1 = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $\rho_2 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $p = ?$



Решење:

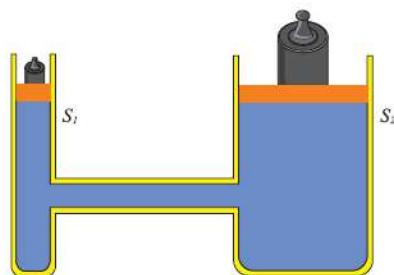
Хидростатички притисак који делује на посуду једнак је збире притиска уља и воде:

$$p = p_1 + p_2 = \rho G h_1 + \rho G h_2$$

$$p = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,1 \text{ m} + 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,2 \text{ m}$$

$$p = 2746,8 \text{ Pa.}$$

24. На клипу хидрауличне пресе мањег попречног пресека је тело масе 0,05 kg, док се на клипу већег попречног пресека налази друго тело масе 5 kg, и постигнуто је стање равнотеже. Ако је површина већег клипа $0,5 \text{ m}^2$ одредите површину мањег клипа.



Подаци: $m_1 = 5 \text{ kg}$, $m_2 = 0,05 \text{ kg}$, $S_2 = 0,5 \text{ m}^2$; $S_1 = ?$

Решење:

Полазећи од познатог односа:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}, \text{ добија се:}$$

$$S_1 = \frac{F_1}{F_2} \cdot S_2 = \frac{5 \text{ kg} \cdot G}{0,05 \text{ kg} \cdot G} \cdot 0,5 \text{ m}^2 = 0,005 \text{ m}^2 = 50 \text{ cm}^2.$$

25. Притисак од 1 mm живиног стуба (1 mm Hg) изразите у паскалима. Густина живе је $13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Подаци: $h = 1 \text{ mm Hg}$, $\rho = 13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $p [\text{Pa}] = ?$

Решење:

На основу израза за притисак $p = \rho Gh$,

$$\text{дебијамо: } p = 13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,001 \text{ m} = 133,416 \text{ Pa}$$

26. Да ли цев за извођење Торичелијевог огледа мора да има исти попречни пресек по целој дужини?

Одговор:

Пошто хидростатички притисак не зависи од облика суда већ од висине стуба течности, цев у Торичелијевом огледу не мора да има исти попречни пресек по целој дужини.

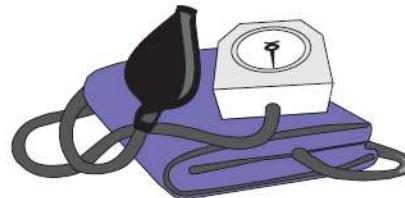
27. Дигитални апарат за мерење крвног пртиска показује резултат $120 / 80$. Ако знамо да је резултат изражен у милиметрима живиног стуба, изразите крвни пртисак у паскалима.

Подаци: $p = 120 / 80 \text{ mm Hg}$; $p [\text{Pa}] = ?$

Решење:

На основу резултата претходног задатка добијамо да је крвни пртисак изражен у паскалима:

$$p = 16\,009,92 / 10\,673,28 \text{ Pa.}$$



28. Зашто је атмосферски пртисак мањи на врху него у подножју планине?

Одговор:

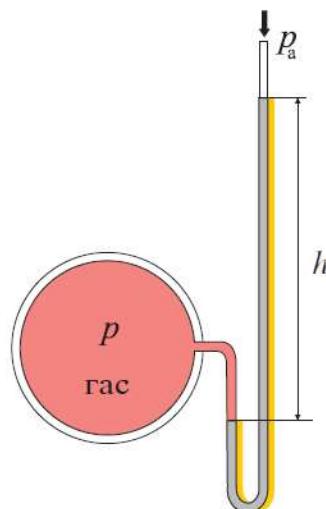
На врху планине су мање густина ваздуха и висина ваздушног стуба, па је зато и пртисак тамо мањи него у подножју планине.

29. На слици је приказан отворен манометар, напуњен живом. До које висине би се попео ниво у манометру ако би се напунио водом при истом пртиску?

Густина живе је $13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, а воде $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Подаци: $h_z = 20 \text{ cm}$, $\rho_z = 13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$,

$$\rho_v = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; h_v = ?$$



Решење:

Притисак затвореног гаса већи је од спољашњег атмосферског притиска за 20 см живиног стуба. Изједначавањем тог притиска са притиском воденог стуба

$$p_z = p_v, \text{ добија се } \rho_z G h_z = \rho_v G h_v,$$

односно, $\rho_z h_z = \rho_v h_v$, па је:

$$h_v = \frac{\rho_z}{\rho_v} \cdot h_z = \frac{13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,2 \text{m}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 2,72 \text{ m.}$$

30. Ареометар мери густину течности на основу тога колико се, после спуштања, урони у течност. Да ли би се на Месецу променила дубина до које ареометар урони у исту течност?

Одговор:

Густина тела одређује се помоћу масе и запремине ($\rho = \frac{m}{V}$). Пошто се ни једна од ових величина на Месецу не мења, ни густина се не мења. Према томе, ареометар би у исту течност на Месецу уронио до исте дубине као и на Земљи.



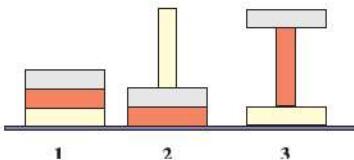
ТЕСТ ЗНАЊА

1. Поређајте по величини вредности притиска исказане јединицама:
1 bar ; 1000 Pa ; 200 kPa ; 20 MPa ; 10 000 mbar.

Број поена 5

2. Три исте опеке су постављене на подлогу, као на слици. У ком случају је притисак који оне врше на подлогу највећи, а у ком случају најмањи:

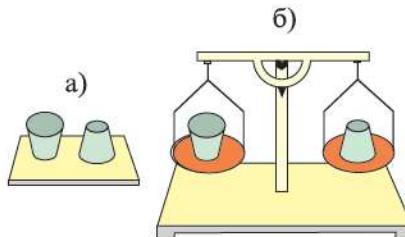
- а) у случају 1 је највећи, а у случају 3 најмањи;
- б) у случају 2 највећи, а у случају 1 најмањи;
- в) у сва три случаја имају једнаке вредности;
- г) у случају 3 је највећи, а случај 2 најмањи;
- д) не знам.



Број поена 5

3. На слици су приказана два идентична тела, али различито постављена на подлогу.

- а) Које од ова два тела (слика, под а) врши већи притисак на подлогу (сто)?
- б) Да ли ће теразије бити у равнотежи кад се тела поставе на тасове као на слици под б)?



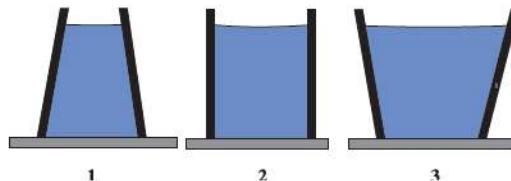
Број поена 10

4. а) Могу ли бити једнаке бројне вредности притиска и сile која га изазива?
б) Да ли бројна вредност притиска може да буде већа од бројне вредности сile чијим деловањем он настаје?

Број поена 10

5. У три суда различитог облика постављена на исту хоризонталну подлогу наливена је вода до истих нивоа. У ком случају је највећи притисак на дно суда?

- а) у суду 1;
- б) у суду 3;
- в) у суду 2;
- г) притисак је једнак у сва три суда;
- д) не знам.



Број поена 10

6. Дечак стоји на равној хоризонталној подлози. На који начин може да увећа свој притисак на подлогу два пута?

Број поена 5

- 7.** Хидростатички притисак на дно суда зависи од:
- јачине Земљиног гравитационог поља G ($G = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$), густине течности (ρ) и дубине (висине течног стуба) h ($p = G\rho h$);
 - површине дна суда и густине течности ($p = S\rho$);
 - облика суда и густине течности која се у њему налази;
 - јачине Земљиног гравитационог поља G , површине дна суда и дубине (висине) течног стуба;
 - не знам.

Број поена 10

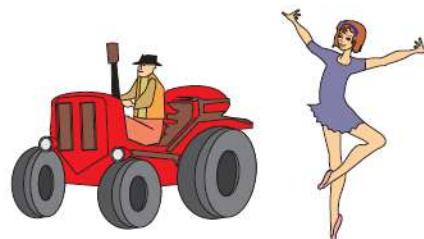
- 8.** Да ли исти човек врши већи притисак на подлогу на Земљи или на Месецу?

Број поена 5

- 9.** Тежина столице је 112 N. На њој седи дечак тежине 400 N. Његова стопала не додирују под. Додирна површина сваке од четири ноге столице је у облику квадрата странице 4 cm. Колики притисак врши столица (на којој седи дечак) на под?

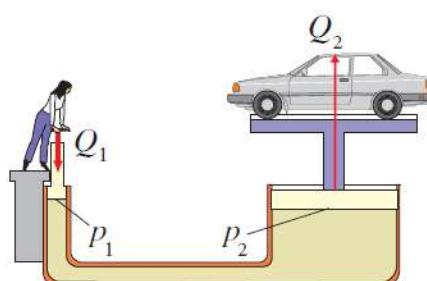
Број поена 10

- 10.** Упоредите притисак који на под позорнице врши балерина тешка 500 N са притиском који на земљиште врши трактор тежине 200 kN. Балерина мирно стоји на врху балетске ципелице површине 1 cm^2 , док је додирна површина тракторских гума којом належу на земљиште (подлогу) 2 m^2 .



Број поена 10

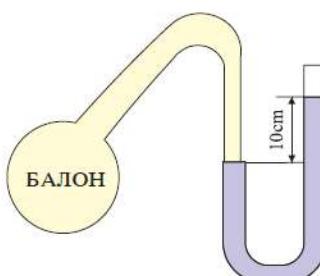
- 11.** Девојка мирно стоји на ужем клипу хидрауличне пресе чија је површина $0,2 \text{ m}^2$. Колика је тежина терета (автомобила) коју може подићи она ако је њена тежина 750 N, а површина већег клипа 2 m^2 ?



Број поена 10

- 12.** Одредите притисак ваздуха у балону са слике ако знате да се у манометарској цеви налази жива. Ниво живе у десном краку манометарске цеви виши је за 10 cm. Сматрати да је атмосферски притисак нормалан и да износи 100 kPa.

Број поена 10



РЕШЕЊЕ ТЕСТОВА

УВОДНИ ДЕО

1. Материја је **грађа** природе.
2. Основни облици материје у физици су **супстанца** и **физичко поље**.
3. Најопштија својства материје су **кретање** и **неуништивост**.
4. Физика проучава **основне облике** материје, њена општа **својства** и **кретања** и **структуре** материје.

5. Одговор:

Супстанца је један од основних облика постојања материје од које су изграђена сва физичка тела. Супстанца је општи назив за хемијске елементе и њихова једињења.

Физичко тело је конкретни облик супстанце, које има одређен облик, запремину, масу. Супстанца је шири појам од физичког тела, на пример, дрво, стакло, вода, сребро итд., су разне супстанце. Међутим, дрвени сто, кликер, кап воде, сребрна кашика итд., примери су физичког тела.

6. Одговор:

Од злата – супстанце могу да буду изграђена различита тела: златни сат, прстен, наруквица, ланац итд.

7. Одговор:

Знатно је већи број тела од броја супстанци, јер од једне супстанце може да се направи већи број тела.

8. Одговор:

Сваки облик кретања тела (појава или промена) дешава се негде (у простору) и некада (у времену). Услед тога, појмови **материја, простор и време немају смисла један без другог и не могу да постоје одвојено**.

9. Одговор:

Предности огледа (експеримента) над обичним посматрањем су у томе што се појава може проучити у посебно припремљеним и контролисаним условима и што се она може поновити више пута, па се могу проверити резултати мерења.

10. Одговор:

Почетна сазнања о некој појави стичу се на основу непосредног (обичног) посматрања. Други корак је оглед, на основу којег се добија одговор на питање постављено пре почетка његовог извођења. На бази резултата огледа формира се теоријски закључак (трећи корак) који се, затим, проверава у решавању техничких и практичних проблема (четврти корак).

11. Одговор:

Узајамна деловања тела могу да се остваре на два основна начина: непосредним контактом (удар ноге о фудбалску лопту, гурање колица) и посредством физичког поља. Земљино привлачно деловање на тела остварује се посредством њеног гравитационог поља, а магнета на гвоздене предмете посредством магнетног поља.

12. Одговор:

Многе основне величине и закони, па чак и теорије формулисане у физици, равноправно се користе у хемији: време, маса, сила, рад, енергија, гасни закони, молекуларно-кинетичка теорија, теорије о молекулском и атомском свету, итд. Истраживања у биологији подразумевају познавање основних елемената физике. Инструменти као што је микроскоп, електронски микроскоп су посебно допринели развоју генетике. Рендгенски зраци и ултразвук нашли су примену у медицини, а телескоп у астрономији.

Физика и математика су толико повезане да нема смисла ни говорити о њиховим границама.

Физика је основа савремене технике: без ње се не може замислити живот савременог человека.

Све наведене и друге чињенице потврђују тезу:

учећи физику, учимо и друге науке.

13. Одговор:

Теорија и експеримент су подједнако значајни у физици. Што експеримент покаже, теорија треба да објасни. И обратно, што теорија предвиђа, експеримент треба да провери (потврди или оспори).

14. Одговор:

Атанасије Стојковић (1773–1832), рођен у Руми, био је писац и научник. Написао је уџбеник **Физика** који је објављен у три тома у периоду 1801–1803. године у Будиму. Био је професор физике на Универзитету у Харкову.

МЕХАНИЧКО КРЕТАЊЕ

1. Одговор: б), в) и г)

2. Одговор: а), б) и д)

3. Пређени пут код равномерно праволинијског кретања одређен је **про-
зводом, брзине и времена** кретања.

4. За познавање брзине тела, поред њене вредности (интезитета) треба знати **правац и смер** кретања.

5. Одговор:

а) равномерно

б) брзинометар показује само вредност брзине, у нашем случају $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. На основу тог податка не могу се одредити правац и смер кретања.

6. Одговор:

Да бисмо могли упоређивати вредности брзине (као и сваке физичке величине) оне морају бити изражене истим мерним јединицама.

Пошто је $1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \approx 0,28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, то је брзина тела $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ већа од брзине тела $1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ приближно 3,57 пута (што је за неке, можда неочекивано).

7. Подаци: $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $t = 2,5 \text{ min} = 150 \text{ s}$; $s = ?$

Решење:

Пут равномерно праволинијског кретања израчунава се на основу формуле:

$$s = v \cdot t = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 150 \text{ s} = 3000 \text{ m} = 3 \text{ km.}$$

8. Одговор:

Може, ако би се путник кроз вагон кретао већом брзином од брзине воза у супротном смеру.

9. Подаци: $v_p = 7,2 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{7200 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $v_v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Решење:

Брзина путника у односу на земљу добија се сабирањем брзина воза и путника:

$$v = v_p + v_v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 22 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

10. Подаци: Милан: 7 h и 30 min, 7 h и 45 min, $v_m = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Лука: 7h и 35 min, 7 h и 45 min; $v_l = ?$

Решење:

Милан и Лука прелазе једнаке путеве за различито време: Милан за 15 min, а Лука за 10 min, тј:

$$s_m = v_m \cdot t_m \text{ и } s_l = v_l \cdot t_l,$$

Пошто је $s_m = s_l$, то је: $v_l \cdot t_l = v_m \cdot t_m$, односно

$$v_l = \frac{v_m \cdot t_m}{t_l} = \frac{3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 15 \text{ min}}{10 \text{ min}} = 5,4 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

11. Подаци: $s_1 = 1,8 \text{ km}$, $t_1 = 5 \text{ min}$, $t_2 = 0,5 \text{ h}$; $s_2 = ?$

Решење:

$$v = \frac{s_1}{t_1} = \frac{1,8 \text{ km}}{\frac{1}{12} \text{ h}} = 21,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$s_2 = 21,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 0,5 \text{ h} = 10,8 \text{ km.}$$

12. Подаци: $\ell = 400 \text{ m}$, $t = 40 \text{ s}$, $v_1 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $v_2 = ?$

Решење:

Пошто су дати брзина једног ученика и време његовог кретања до сусрета, може се израчунати пут који је он прешао до сусрета:

$$s_1 = v_1 \cdot t = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 40 \text{ s} = 160 \text{ m}$$

Знамо да је $s_1 + s_2 = \ell$, па је: $s_2 = \ell - s_1 = 400 \text{ m} - 160 \text{ m} = 240 \text{ m}$

Дакле, други ученик се кретао брзином

$$v_2 = \frac{s_2}{t} = \frac{240 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

13. Подаци: $v_v = 2 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, $v_\epsilon = 20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$; тражи се брзина чамца у односу на обалу (v).

Решење:

а) Када се чамац креће низводно (у смеру речног тока), његова брзина у односу на обалу је:

$$v = v_v + v_\epsilon = 2 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 20 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 22 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

б) Ако се чамац креће узводно, његова брзина у односу на обалу, износи:

$$v = v_\epsilon - v_v = 20 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 2 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

14. Подаци: $v_1 = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, $v_2 = 5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$; $v' = ?$ и $v'' = ?$

Решење:

У првом случају, брзина дечака у односу на железничара који стоји поред пруге је:

$v' = v_1 + v_2$, где је v_1 брзина вагона, а v_2 брзина дечака у односу на вагон.

$$v' = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 5 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 55 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Када се дечак креће у супротном смеру од смера кретања вагона, његова брзина у односу на железничара има вредност

$$v'' = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 5 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 45 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

15. Подаци: $t_1 = 2 \text{ h}$, $t_2 = 1 \text{ h}$, $t_3 = 2 \text{ h}$, $s_1 = 68 \text{ km}$, $s_2 = 40 \text{ km}$; $v_s = ?$

Решење:

Укупно пређени пут: $s_u = s_1 + s_2 = 68 \text{ km} + 40 \text{ km} = 108 \text{ km} = 108000 \text{ m}$

Укупно време путовања (вожње): $t_u = t_1 + t_2 + t_3 = 2\text{h} + 1\text{h} + 2\text{h} = 5\text{h} = 18000 \text{ s}$.

$$\text{Средња вредност брзине бициклисте: } v_s = \frac{s_u}{t_u} = \frac{108000 \text{ m}}{18000 \text{ s}} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

СИЛА. УЗАЈАМНО ДЕЛОВАЊЕ (ИНТЕРАКЦИЈА)

1. Узајамна деловања тела могу да се остваре **непосредним контактом** тела и посредством **физичког** поља.

2. Пет примера узајамног деловања тела оствареног непосредним додиром: **судар клипера, локомотиве и вагона, играча и лопте, књиге и стола, руке и кваке на вратима,**

3. Пет примера узајамног деловања тела која се остварују посредством физичког поља: **јабуке која пада и Земље, Земље и Месена, Сунца и Земље, два наелектрисана тела, два магнета,**

4. а) Сила је **мера** узајамног деловања (**интеракције**) тела.

б) Сила је узрок **промене** стања кретања (**промене брзине**) тела.

г) Сила је узрок **деформације** тела.

5. Сила је физичка величина коју одређују **интензитет, праваш, смер** и **нападна тачка.**

6. Одговор: б).

7. Одговор:

1) постављање магнетне игле кампаса у правцу север – југ у магнетном пољу Земље;

2) узајамно одбијање или привлачење магнетних полова;

3) привлачење гвоздених предмета помоћу магнета.

8. Одговор:

1. растезање (сабирање) металне еластичне опруге;

2. савијање пластичног лењира;

3. притискање надуваног балона или гумене лопте;

4. истезање гумене врпце (или ластиша);

5. савијање даске при скоку у воду или мотке при скоку увис.

9. Одговор:

Обе куглице су позитивно или обе куглице су негативно наелектрисане.

10. Одговор: а)

11. Одговор: б).

12. Одговор:

На сваком небеском телу тежина истог тела има различите вредности (осим ако су масе тих небеских тела једнаке, што је мало вероватно).

13. Одговор:

Вредност подељака означених целим бројевима на скали динамометра је у њутнима (N).

Вредност најмањег подељка (између две суседне мале црте) је 0,1 N. Да-тим динамометром могу да се мере десети делови њутна (N).

Динамометар показује интензитет силе (тежине тела):

$F = 3,4 \text{ N}$

14. Одговор:

Сликом се илуструје деловање магнетне силе. На слици под а) је приказа-но деловање магнета на гвоздена алке, а на слици под б) узајамно деловање

магнетних полова. Као што се види на слици под б), истоимени полови међусобно се одбијају, а разноимени магнетни полови се узајамно привлаче.

15. Одговор:

У овом примеру спољашњом силом мишића руку истежу се опруге, а у њима се истовремено јавља сила еластичности (унутрашња сила). Сила мишића руку једнака је по интензитету и правцу сили еластичности (опруга), али ове две силе имају супротне смерове. Зато се по престанку деловања спољашње силе (силе мишића) металне опруге враћају у првобитно (недеформисано) стање под утицајем силе еластичности.

16. Подаци: $F_1 = 10 \text{ N}$; $x_1 = 10 \text{ mm}$, $x_2 = 30 \text{ mm}$; $F_2 = ?$

Решење:

Дужина за коју се сабије еластична опруга, у односу на недеформисано стање сразмерна је интензитету силе која делује на опругу. Зато користимо пропорцију:

$$F_1 : x_1 = F_2 : x_2, \text{ одакле је}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot x_2}{x_1} = \frac{10 \text{ N} \cdot 30 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} = 30 \text{ N}.$$

МЕРЕЊЕ

1. У основне величине Међународног система спадају: дужина, **маса, време, температура, јачина електричне струје, јачина светlosti** и количина супстанце.

2. Мерењем се **одређује** колико **је вредност** дате величине већа или **мања** од вредности исте такве величине, договором изабране за **јединицу** мере.

3. Подаци: $a = 3 \text{ m}$, $b = 150 \text{ cm} = 1,5 \text{ m}$; $O = ?$

Решење:

Табла има облик правоугаоника, па је њен обим:

$$O = 2a + 2b = 6 \text{ m} + 3 \text{ m} = 9 \text{ m}.$$

4. Подаци: $a = 0,6 \text{ m}$, $b = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$, $c = 4 \text{ dm} = 0,4 \text{ m}$; $O_1 = ?, O_2 = ?, \frac{O_1}{O_2} = ?$

Решење:

Обим квадрата је:

$$O_1 = 4a = 4 \cdot 0,6 \text{ m} = 2,4 \text{ m},$$

а правоугаоника:

$$O_2 = 2b + 2c = 1,6 \text{ m} + 0,8 \text{ m} = 2,4 \text{ m}$$

Обим квадрата и правоугаоника су једнаки, а њихов однос је:

$$\frac{O_1}{O_2} = \frac{2,4 \text{ m}}{2,4 \text{ m}} = 1$$

5. Подаци: $S = 945 \text{ ar}$; $S [\text{m}^2] = ?, S [\text{ha}] = ?$

Решење:

а) Однос између ара и квадратног метра је:

$1 \text{ ar} = 100 \text{ m}^2$, па је површина у квадратним метрима:

$$S = 945 \text{ ar} = 945 \cdot 100 \text{ m}^2 = 94\,500 \text{ m}^2$$

б) Однос ара и хектара:

$1 \text{ ar} = 0,01 \text{ ha}$, па је:

$$S = 945 \cdot 0,01 \text{ ha} = 9,45 \text{ ha.}$$

6. Подаци: $a_1 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$, $b_1 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$,

$$a_2 = 25 \text{ m}, b_2 = 16 \text{ m}; n = ?$$

Решење:

Површина једне паркетне плочице је:

$$S_1 = a_1 \cdot b_1 = 0,2 \text{ m} \cdot 0,05 \text{ m} = 0,01 \text{ m}^2$$

Површина пода сале:

$$S_2 = a_2 \cdot b_2 = 25 \text{ m} \cdot 16 \text{ m} = 400 \text{ m}^2$$

Тражени број плочица износи:

$$n = \frac{400 \text{ m}^2}{0,01 \text{ m}^2} = 40\,000.$$

7. Подаци: $a = 100 \text{ mm}$; $V [\text{mm}^3] = ?$, $V [\text{cm}^3] = ?$

$$V [\text{dm}^3] = ?, V [\text{l}] = ? \text{ и } V [\text{m}^3] = ?$$

Решење:

Запремина коцке израчунава се по формули $V = a^3$

а) $V [\text{mm}^3] = 1\,000\,000 \text{ mm}^3$

б) Знамо да је $1 \text{ mm}^3 = 0,001 \text{ cm}^3$, па је

$$V = 1000\,000 \cdot 0,001 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

в) $1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ dm}^3$;

$$V = 1000 \cdot 0,001 \text{ dm}^3 = 1 \text{ dm}^3$$

г) $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$;

$$V = 1 \text{ l.}$$

д) $1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$, односно: $V = 0,001 \text{ m}^3$.

8. Подаци: $a = 60 \text{ cm}$, $b = 40 \text{ cm}$ и $c = 20 \text{ cm}$; $V [\text{l}] = ?$

Решење:

Запремина суда одређена је формулом: $V = a \cdot b \cdot c$.

$$\text{Дакле, } V = 60 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm} = 48\,000 \text{ cm}^3.$$

Однос између кубног центиметра и литра, односно кубног дециметра је:

$$1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ l.}$$

Запремина воде која стаје у суду је:

$$V = 48\,000 \cdot 0,001 \text{ dm}^3 = 48 \text{ dm}^3 = 48 \text{ l}$$

9. Подаци: $a = 30 \text{ m}$, $b = 15 \text{ m}$, $V = 900 \text{ m}^3$; $c = ?$

Решење:

Запремина воде у базену је: $V = a \cdot b \cdot c$.

$$\text{Одавде је: } c = \frac{V}{a \cdot b} = \frac{900 \text{ m}^3}{30 \text{ m} \cdot 15 \text{ m}} = 2 \text{ m.}$$

10. Одговор:

Однос између кубног центиметра (cm^3) и кубног милиметра (ml) је:

$$1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ l} = 1 \text{ ml}$$

Дакле, $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$.

Према томе, не постоји разлика између датих мензуре.

Исто се може казати и за мензуре са ознакама кубног дециметра и литра (dm^3 и l), јер је: $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$.

11. Решење:

а) Казалька која показују сате окрене се око своје осе једном у току 12 сати. У току 24 сата, односно једног дана, она се окрене **два пута**.

б) Казалька која показује минуте окрене се око своје осе једном у току једног сата. Дакле, за један дан (24 h) она се око своје осе окрене **24 пута**.

в) Казалька која показује секунде окрене се око своје осе једном током једног минута. За један дан (24 h) ова казалька се око своје осе окрене онолико пута колико један дан садржи минута: $24 \cdot 60 = \mathbf{1440}$.

12. Решење:

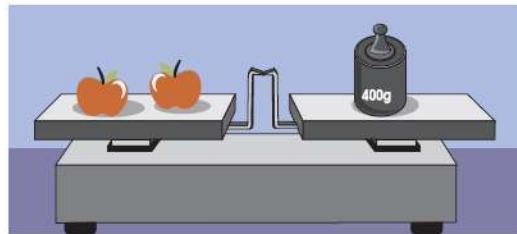
Заостајање сата „акумулира“ се током времена. Тако да после 60 дана он касни 1 h. Сат ће каснити 12 h, када протекне 720 дана. Ако у том тренутку погледамо на сат он ће показати тачно време, односно заостајаће 12 h (половина дана).

МАСА И ГУСТИНА

1. Одговор:

Ученик под А има већу масу.

2. Одговор: Када са једног и другог таса ваге скинемо по две крушке и једну јабуку, добија се стање приказано на слици.

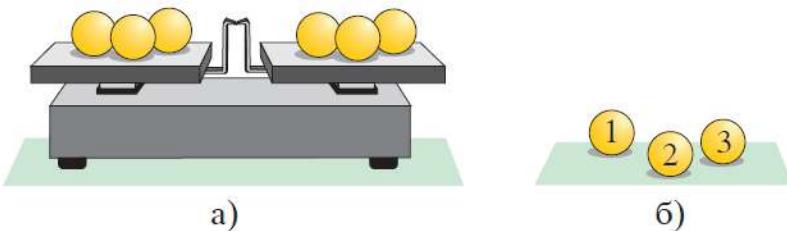


Дакле, две јабуке имају масу од 400 g, па је маса једне јабуке **200 g**.

3. Одговор: Маса јабука је **300 g**.

4. Одговор: а) мање (<); б) веће (>); в) једнако (=); г) мање (<); д) једнако (=)

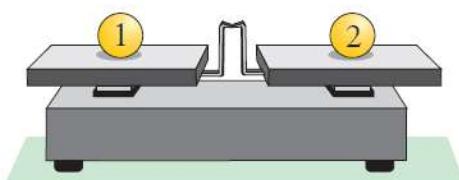
5. Одговор: Девет кликера поделићемо на три групе по три кликера. Ставимо било које две групе кликера на тасове теразија (три кликера на један тас, а три на други тас, слика, под а). Ако су теразије у равнотежи, онда је кликер веће масе у трећој групи, која није на теразијама (слика, под б). Међутим, ако теразије нису у равнотежи, онда је кликер веће масе на спуштеном тасу. Означимо кликере групе у којој се налази кликер веће масе са 1, 2 и 3.



Из ове групе узимамо било која два кликера и извршимо друго мерење. Могући случајеви приказани су на слици под б), в) и г).

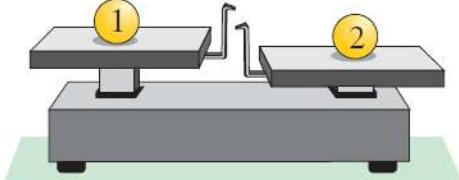
Могући су следећи случајеви:

1)



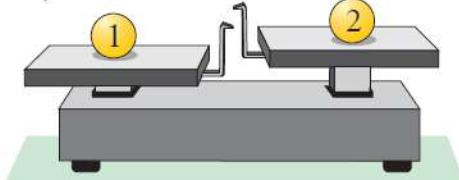
б) Кликер 3 је најтежи

2)



в) Кликер 2 је најтежи

3)



г) Кликер 1 је најтежи

Дакле, из два мерења утврдили смо који од девет кликера има већу масу од осталих.

6. Одговор: Маса тела не зависи од места на којем се оно налази. Дакле, тело има исту вредност масе на површини Земље и на површини Месеца, или било где у космосу.

7. Подаци: $a = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$, $m = 6,4 \text{ kg}$; $\rho = ?$

Решење: Густина тела одређена је формулом:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{6,4 \text{ kg}}{(0,2)^3 \text{ m}^3} = \frac{6,4 \text{ kg}}{0,008 \text{ m}^3} = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

8. Подаци: $m_0 = 0,6 \text{ kg}$, $V = 1 \text{ l}$, $m_1 = 1,8 \text{ kg}$; $\rho = ?$

Решење: Маса сирупа од купина је: $m = m_1 - m_0$,

$$\text{а густина сирупа је: } \rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 - m_0}{V} = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

9. Подаци: $V_s = 12 \text{ l}$, $V_v = 2 \text{ l}$; $\rho_v = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $\rho_s = ?$

Решење: Маса снега у кофи једнака је маси воде

$$m_s = m_v = \rho_v \cdot V_v,$$

$$\text{а густина снега: } \rho_s = \frac{m_s}{V_s} = \frac{\rho_v \cdot V_v}{V_s} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{m}^3}{12 \cdot 10^{-3} \text{m}^3}$$
$$\rho_s = 166,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

10. Одговор: а).

11. Подаци: $a = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$, $b = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$, $c = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

$$m_o = 0,175 \text{ kg}, m = 1,175 \text{ kg}, \rho_v = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; \rho_o = ?$$

Решење: Запремина шупљина у сунђеру је: $V_s = \frac{m - m_o}{\rho_v}$
Густина материјала од кога је сунђер израђен:

$$\rho_o = \frac{m_o}{V - V_s} = \frac{m_o}{V - \frac{m - m_o}{\rho_v}}.$$

Запремина сунђера, износи:

$$V = a \cdot b \cdot c = 0,2 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} = 0,003 \text{ m}^3$$

Заменом датих и добијених вредности у изразу за густину сунђера, налази се:

$$\rho_o = 87,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

12. Подаци: $m = 0,301 \text{ kg}$, $V = 30 \text{ cm}^3$, $\rho_1 = 11\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$,

$$\rho_2 = 7300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; m_1 = ?; m_2 = ?$$

Решење: Маса (запремина) комада метала једнака је збиру маса (запремина) олова и цинка:

$$m = m_1 + m_2, \text{ односно: } V = V_1 + V_2.$$

$$\text{Даље је } V = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}; \text{ Како је } m_2 = m - m_1, \text{ то је: } V = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m - m_1}{\rho_2}$$

$$\text{Одавде је маса олова: } m_1 = \frac{\rho_1(m - \rho_2 V)}{\rho_1 - \rho_2} = 0,228 \text{ kg},$$

$$\text{а маса цинка: } m_2 = 0,073 \text{ kg.}$$

ПРИТИСАК

1. Одговор: 1000 Pa, 1 bar, 200 kPa, 10 000 mbar, 20 MPa.

2. Одговор: в).

3. Одговор:

а) Већи притисак врши тело које се ослања мањом површином на подлогу (сто).

б) Теразије ће бити у равнотежи, јер се помоћу њих упоређују масе тела, а не притисци које тела врше.

4. Одговор:

а) Из формуле за притисак:

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

видимо да је $p = F$ (бројно), ако је $S = 1 \text{ m}^2$.

б) Из исте формуле закључујемо да је за вредност површине $S < 1 \text{ m}^2$, притисак $p > F$ (бројно), а за $S > 1 \text{ m}^2$, $p < F$ (бројно).

5. Одговор: г).

6. Одговор:

Дечак треба да подигне једну ногу. У том случају се смањује додирна површина два пута и за толико увећава његов притисак на подлогу ($p = \frac{F}{S}$).

7. Одговор: а)

8. Одговор:

Човек врши већи притисак на Земљи него на Месецу. (Његова тежина је око 6 пута већа на површини Земље него на површини Месеца).

9. Подаци: $Q = 112 \text{ N}$, $Q = 400 \text{ N}$, $a = 4 \text{ cm}$; $p = ?$

Решење:

Притисак се израчунава узимањем у обзир укупне тежине: Q_1 – тежине столице и Q_2 – тежине дечака и укупне додирне површине коју чине пресеци четири ножице у облику квадрата. Дакле:

$$p = \frac{Q}{S} = \frac{Q_1 + Q_2}{4 \cdot a^2} = \frac{512 \text{ N}}{4 \cdot 0,0016 \text{ m}^2} = 80 \text{ kPa}.$$

10. Подаци: $Q_1 = 500 \text{ N}$, $S_1 = 1 \text{ cm}^2 = 0,0001 \text{ m}^2$,

$$Q_2 = 200 \text{ kN} = 200 000 \text{ N}, S_2 = 2 \text{ m}^2; p_1 = ?, p_2 = ?, \frac{p_1}{p_2} = ?$$

Решење:

Притисак балерине на под позорнице, износи:

$$p_1 = \frac{Q_1}{S_1} = \frac{500 \text{ N}}{0,0001 \text{ m}^2} = 5 000 000 \text{ Pa} = 5 \text{ MPa}.$$

Притисак трактора је:

$$p_2 = \frac{Q_2}{S_2} = \frac{200 000 \text{ N}}{2 \text{ m}^2} = 100 000 \text{ Pa}$$

Однос ових притисака је:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{5000000 \text{ Pa}}{100000 \text{ Pa}} = 50$$

Дакле, већи притисак на подлогу врши балерина и то 50 пута. То је, на први поглед, неочекивано!

11. Подаци: $S_1 = 0,2 \text{ m}^2$, $S_2 = 2 \text{ m}^2$, $Q_1 = 750 \text{ N}$; $Q_2 = ?$

Решење:

Знамо да су притисци на оба клипа једнака:

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{Q_1}{S_1} = \frac{Q_2}{S_2}, \text{ одавде је:}$$

$$Q_2 = \frac{Q_1}{S_1} \cdot S_2 = \frac{750 \text{ N}}{0,2 \text{ m}^2} \cdot 2\text{m}^2 = 7500 \text{ N}$$

Девојка може да подигне терет 10 пута тежи од своје тежине

12. Подаци: $h = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$, $G = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$
 $p_a = 100 \text{ kPa} = 100000 \text{ Pa}$; $p = ?$

Решење:

Притисак у балону једнак је збире атмосферског притиска и хидростатичког притиска живиног стуба висине 10 cm:

$$p = p_a + \rho G h = 100000 \text{ Pa} + 13341,6 \text{ Pa} \approx 113,3 \text{ kPa}$$



ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ



ПРИПРЕМИЛИ: АУТОРИ И АГЕНЦИЈА ЗА ЕНЕРГЕТСКУ ЕФИКАСНОСТ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
УЗ САГЛАСНОСТ ЗАВОДА ЗА УНАПРЕЂИВАЊЕ ОБРАЗОВАЊА И ВАСПИТАЊА СРБИЈЕ

Ко штеди енергију штеди новац!

Кретање је природно стање материје. Сваком облику кретања одговара одређена врста енергије. Кретање кликера, аутомобила, лет авиона, померање ваздушних маса, водених таласа, појава звука, радио и телевизијских преноса, телефонски разговори, раст живота света итд. омогућава енергију.

Ниједна човекова делатност не би се могла остварити без утрошка одређене врсте енергије.
За сва дешавања у природи потребна је енергија.

Постоје разни облици енергије: механичка енергија (енергија тела у кретању и енергија тела на одређеној висини изнад Земљине површине, или енергија затегнуте стреле); топлотна енергија (енергија која се ослобађа при сагоревању дрвета, угља); електрична енергија (омогућава употребу радио-апарата, телевизора, телефона, електричног шпорета); светлосна енергија посредством које видимо

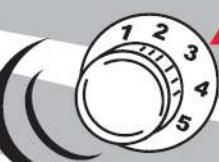
околне предмете итд.

Један облик енергије може да се трансформише у други. У техничким постројењима, машинама, разним уређајима и апаратима добијају се облици енергије који се користе за побољшавање услова живота. На пример, ослобођена енергија при сагоревању бензина или нафте у моторима прелази у енергију кретања аутомобила, енергија сагоревања угља или нафте претвара се у топлотну енергију којом се загревају куће, станови, школе, фабрике установе...

У сијалици електрична енергија трансформише се у светлосну енергију посредством које видимо околину итд.

Пораст броја становника, све убрзанији индустријски развој и све већи захтеви за унапређењем услова живота, захтевају све већи потрошњу енергије. Постоји реална опасност да у близкој будућности не буде доволично енергије.

То нас обавезује да на време почнемо (ако већ нисмо закаснили) да постојеће изворе енергије ефикасније и рационалније користимо.



Мали савети - велика корист

- Користите што више дневну (сунчеву) светлост, најпријатнија је и најздравија за очи. Гасите светлост у просторији у којој нико не борави.
- Користите " штедљиве " сијалице. Троше и до пет пута мање електричне енергије и знатно дуже трају.
- На шпорету користите ринглу чија површина одговара површини дна посуде у којој се припрема јело.
- Ринглу и рерну укључите на нижи степен загревања (кување јела нешто дуже траје, али је знатно мањи утрошак енергије), а искључите их око 5 минута раније. Врата рерне не отварајте без потребе.
- Експрес ■ лонац је велики " штедиша " енергије. Припрема хране у посуди са поклопцем уштедеће 10% енергије.
- Термостат фрижидера подесите између 3°C и 5°C; врата на фрижидеру не држите отворена дуже него што је необходно и проверите да ли добро дихтују.

ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ

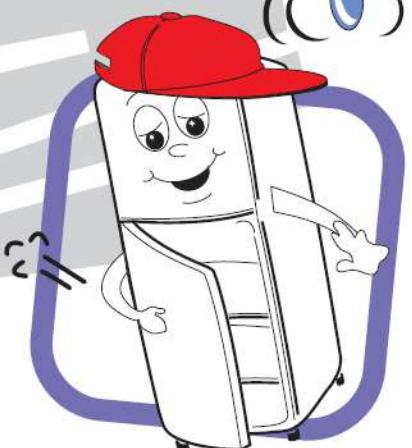
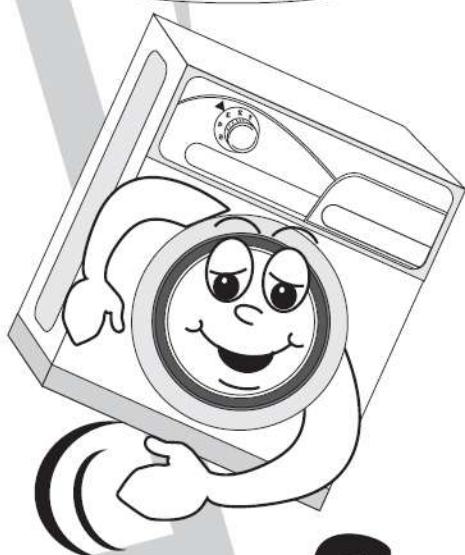
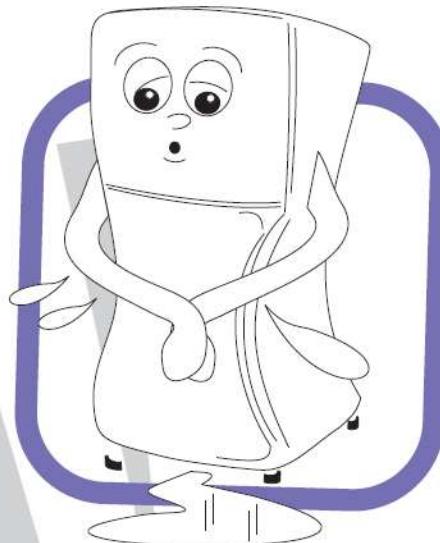
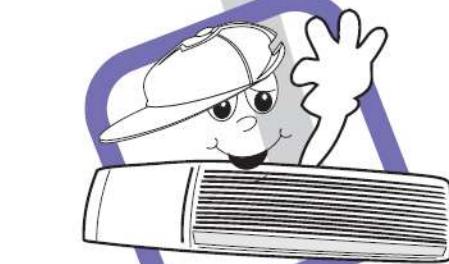


- Фрижидер и замрзивач поставите што је могуће на већем растојању од грејних тела (радијатора и шпорета).
- Редовно уклањати наслаге леда из фрижидера и замрзивача, тиме се штеди енергија и продужава време употребе уређаја.
- Машине за прање веша и посуђа укључујте када су пуне и користите програм на најнижој температури и укључите их када је електрична енергија најефтинија.
- Термостат бојлера подесите на температуру од 50°C до 60°C.

Бојлер укључујте ноћу, када је електрична енергија најефтинија. Очистите грејаче бојлера од каменца чије наслаге повећавају трошкове и изазивају кварове. Искључите бојлер када напуштате стан дуже од једног дана.

- Клима - уређај је најбоље поставити на место које није изложено сунцу, тако да троши мање електричне енергије.
- Поправите неисправне славине; потрошња воде је такође губитак новца.
- Када не радите на рачунару, треба га искључити да не троши електричну енергију.

Придржавањем наведених и сличних савета могуће је обезбедити и до 40% мањи утрошак енергије (новца)!



ПРВА ГОДИНА СА ФИЗИКОМ

Ево нас на крају школске године. Надамо се да сте се уверили да је физика значајна и занимљива наука. Сада вам није тешко одговорити на питање: како би изгледао свет без физике? Био би то свет без аутомобила, возова, бродова, авиона, телевизије, радио-апарата, телефона (наравно, укључујући и мобилне телефоне), компјутера... У медицини се не би користили рендгенски апарати. Изостала би примена ултразвука и многих других метода откривања и лечења разних болести. Можда би било довољно рећи, био би то свет без електричне струје.

Технички напредак може се успешно пратити и користити само ако се познаје физика. Данас, сваки човек мора бити помало физичар.

Пред вама је летњи распуст, време за још један заслужен одмор. У игри, забави, приликом излета, путовања уочавајте физичке појаве. Физика је свуда око нас. Највећа лабораторија је природа.

Кључ упознавања света у коме живимо је у питањима: Зашто? Како? Постављајте их себи и другима. Таква питања подстичу на размишљање и нагоне нас да тражимо одговоре. Треба имати на уму, да нема погрешних питања. Погрешни могу бити само одговори.

Основа за изучавање физике VII разреда је знање стечено у VI разреду. Стога, нађите времена да се подсетите на садржаје физике из претходне године. Посебну пажњу посветите тексту испод наслова: **систематизација и обнављање градива** (свега око 5 страна).



САДРЖАЈ

Поштовани наставници	3
Драги ученици	4
Употреба тестова	5
 УВОДНИ ДЕО. ФИЗИКА – ПРИРОДНА НАУКА	7
Шта изучава физика?	9
Физика и друге науке	9
Данашња физика рађа сутрашњу технику	9
Методи истраживања у физици	10
Основни облици материје	12
Систематизација и обнављање градива	13
Тест знања	14
 МЕХАНИЧКО КРЕТАЊЕ	15
Материјална тачка	15
Референтно (упоредно) тело	16
Путања	16
Релативност кретања	17
Пређени пут	18
Брзина	18
Брзина као физичка величина	21
Променљиво праволинијско кретање	21
Средња вредност брзине	22
Графичко представљање кретања	23
Систематизација и обнављање градива	24
Прва лабораториска вежба	26
Питања и задаци	28
Тест знања	33
 СИЛА. УЗАЈАМНО ДЕЛОВАЊЕ (ИНТЕРАКЦИЈА)	37
Сила	38
Гравитациони сила	39
Електрична сила	40
Магнетна сила	42
Сила еластичности	43
Мерење силе	44
Сила трења	45
Сила отпора средине	48
Систематизација и обнављање градива	49
Друга лабораторијска вежба	51
Трећа лабораторијска вежба	54
Питања и задаци	56
Тест знања	60

МЕРЕЊЕ	64
Основне и изведене величине	66
Мерење дужине	66
Мерење површине	68
Мерење запремине тела	69
Мерење времена	71
Прецизније мерење времена	73
Тачност мерења. Апсолутна и релативна грешка	73
Систематизација и обнављање градива	75
Четврта лабораторијска вежба	77
Микрометарски завртањ	80
Питања и задаци	81
Тест знања	86
МАСА И ГУСТИНА	88
Маса тела	88
Закон инерције (Први Њутнов закон)	89
Маса и тежина	90
Мерење масе тела	93
Густина супстанце	95
Одређивање густине чврстих и течних тела	96
Систематизација и обнављање градива	98
Пета лабораторијска вежба	99
Шеста лабораторијска вежба	101
Седма лабораторијска вежба	103
Питања и задаци	105
Тест знања	107
ПРИТИСАК	109
Притисак чврстих тела	109
Притисак у течностима и гасовима	110
Паскалов закон	112
Атмосферски притисак	114
Торичелијев оглед	115
Барометри и манометри	116
Систематизација и обнављање градива	117
Осма лабораторијска вежба	119
Питања и задаци	121
Тест знања	129
РЕШЕЊЕ ТЕСТОВА	131
Уводни део	131
Механичко кретање	132
Сила. Узајамно деловање (интеракција)	135
Мерење	136
Маса и густина	138
Притисак	140
Прва година са физиком	145

Др Милан Распоповић

ФИЗИКА

СА ЗБИРКОМ ЗАДАТАКА, ЛАБОРАТОРИЈСКИМ ВЕЖБАМА И ТЕСТОВИМА
за 6. разред основне школе

Прво издање, 2019. година

Издавач

Завод за уџбенике, Београд
Обилићев венац 5
www.zavod.co.rs

Ликовни уредник
Биљана Савић

Графички уредник
Мирослав Радић

Лекцијор
Чедо Недељковић

Ликовно-графичко обликовање, илустрације, дизајн и корице
Тома Сарамандић

Комјутерско-графичка обрада
Мирко Јековић

Обим: 18,5 штампарских табака

Формат: 20,5 × 26,5 см

Тираж: 1.500 примерака

Рукопис је предају у штампу: август 2019. године

Штампање завршено: августа 2019. године

Штампа

SCANNER STUDIO, Београд

CIP – Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

37.016.53(075.2)

РАСПОПОВИЋ, Милан, 1935-

Физика : са збирком задатака, лабораторијским вежбама и тестовима : за 6. разред основне школе / Милан О. Распоповић ; [ликовно-графичко обликовање, илустрације, дизајн и корице Тома Сарамандић]. - 1. изд. - Београд : Завод за уџбенике, 2019 (Београд : Scanner studio). - 147 стр. : илустр. ; 27 см

Тираж 1.500.

- Физика [Електронски извор]. - 1 електронски оптички диск (CD-ROM) ; 12 см

ISBN 978-86-17-20149-2

COBISS.SR-ID 330367239