МИЛАН О. РАСПОПОВИЋ

ФИЗИКА

СА ЗБИРКОМ ЗАДАТАКА, ЛАБОРАТОРИЈСКИМ ВЕЖБАМА И ТЕСТОВИМА

ЗА ШЕСТИ РАЗРЕД ОСНОВНЕ ШКОЛЕ

Завод за уџбенике • Београд

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 упознате 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, дакле, 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 крају полугодишта или на крају 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, дакле, ученицима нуди само једна књига, као основни уџбеник.

То је нарочито важно, у почетној години изучавања физике. Сматрамо, да ће то допринети правилнијем схватању 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

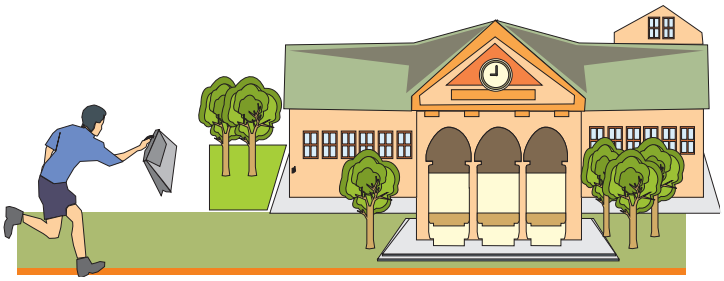
На почетку сваке тематске целине, на основу одабраних примера, углавном из свакодневног живота, поступно су уведени појмови и величине. На бази резултата огледа долази се до дефиниција и међусобне повезаности. Везе међу величинама, односно физички закони проверавају се помоћу огледа у којима се мере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

Целокупни текст се употпуњава, 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.

Аутор



ПОРУКЕ

- *Велика је предрасуда да је физика баук; она је веома занимљива наука, само ако знамо да је учимо.*
- *Боље је део градива разумети него целину непотпуно схватити.*
- *У наставном процесу ученик треба да буде више активни учесник (саговорник) него пасивни слушалац.*
- *Циљ учења није само знање него и оспособљавање за стицање нових знања.*
- *Данашња физика „рађа“ сутрашњу технику.*
- *Познати 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 ученикових знања не искључује остале методе: усмено испитивање, контролне вежбе, експериментални рад, утврђивање способности и вештине коришћења разних мерних уређаја, апарата и других техничких средстава... Али чињеница је, да тестови постају све актуелнији. Основне предности тестова су: поузданија и објективнија 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.

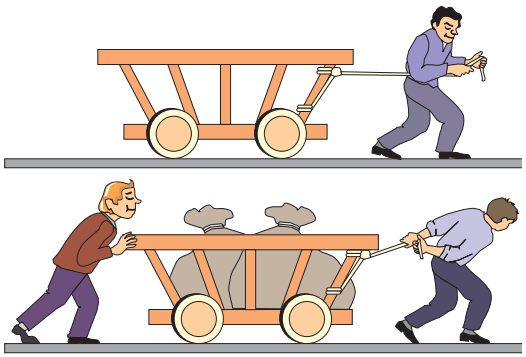
Број поена	Оцена
0 – 20	1
21 – 40	2
41 – 60	3
61 – 80	4
81–100	5

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.

МАСА И ГУСТИНА

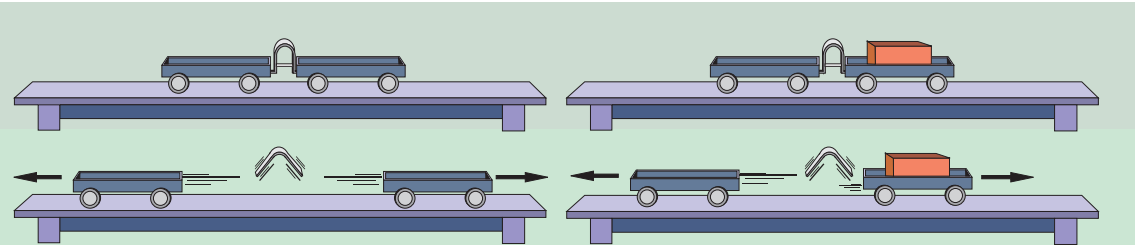
МАСА ТЕЛА

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.



Сл. 5.1. Илустрација инертности тела

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).



а) *б)*

Сл. 5.2. Тела веће масе више се одупиру 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 одупиру промени брзине, кажемо да су **тромија (инертнија)**.

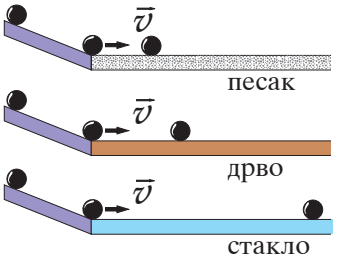
Својство тела да се одупире промени стања кретања, односно промени брзине назива се инертност. Величина којом се карактерише то својство је **маса тела**.

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 манифестује 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, размотрићемо оглед приказан на слици 5.3. Низ стрмину са жлебом која се завршава хоризонталном подлогом спушта се метална куглица. Подлога је прво посута песком. У том случају, куглица преласком на хоризонталну подлогу нагло смањује брзину и прелази 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?



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

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 (бројном вредношћу) брзине.

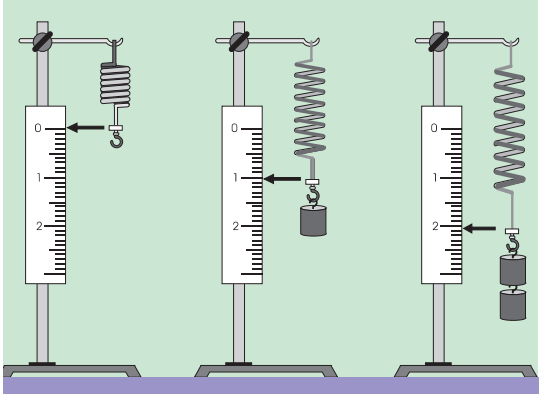
На основу таквих и сличних огледа Њутн је формулисао **Закон инерције (Први Њутнов закон):**

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).

Гравитационо испољавање масе. Из искуства знамо да Земља већом силом привлачи тела веће масе него тела мање масе. Канта напуњена водом више 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.**



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

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:

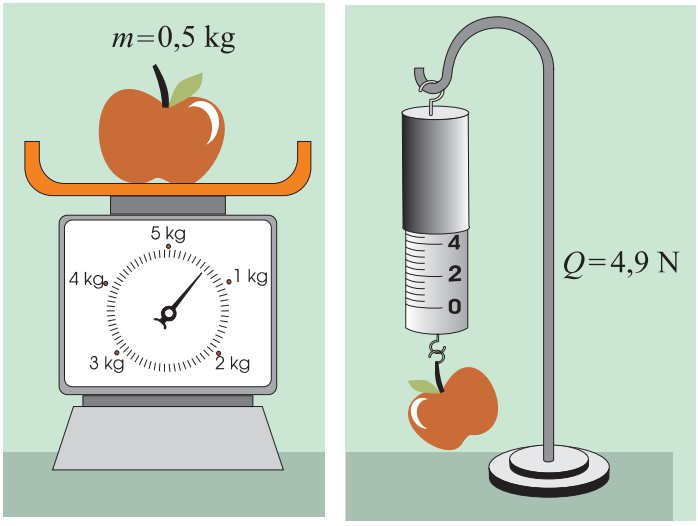
Маса је величина која карактерише инертна и гравитациона својства тела.

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 појединих тела**.

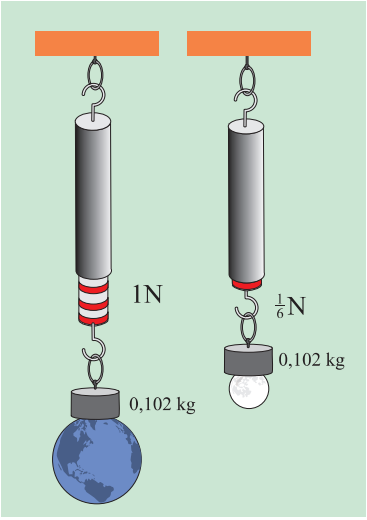
МАСА И ТЕЖИНА

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

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

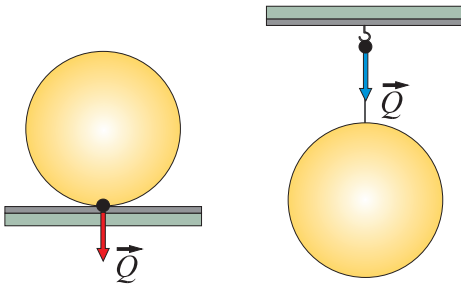


Сл. 5.6. Тежина тела на Земљи је већа 6 пута него на Месецу

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 гравитациона сила (Земљина тежа) могу поистоветити. Узрок и последица нису исто, већ се суштински разликују.



Сл. 5.7. Тежина тела

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.

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 силе**), 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):

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

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

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

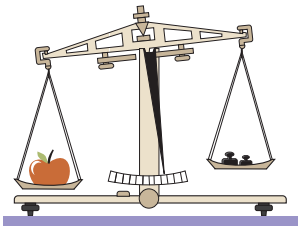
$$Q = G \cdot m = 9{,}81\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}} \cdot 70\ \mathrm{kg} = 686{,}7\ \mathrm{N}.$$

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).



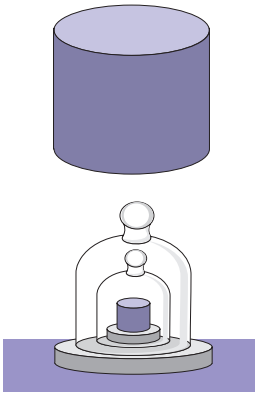
МЕРЕЊЕ МАСЕ ТЕЛА

Маса тела мери се: у продавницама, пијацама, апотекама, 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: инертног и гравитационог својства тела и одговарајућих физичких закона.

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 = 0,001 t	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

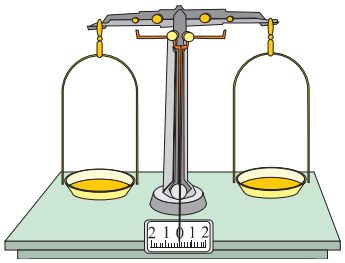
Табела 10. *Веће и мање јединице од килограма*

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

Како се мери маса тела?

За мерење џака 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.

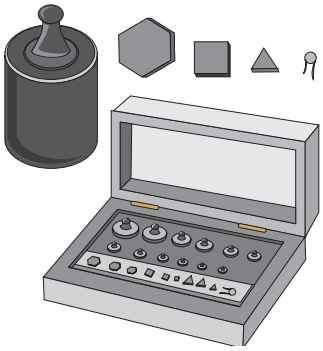
Употреба класичне **ваге**, заснива се на принципу **полуге.** Полуга је чврсто тело, у овом случају у облику шипке, које се може обртати око непокретног ослонца. Ваге засноване на принципу равнокраке полуге, називају се **теразије** (сл. 5.9). Код њих је ослонац на средини полуге. На крајевима полуге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



Сл. 5.9. Лабораторијска вага

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

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



Сл. 5.10. Гарнитуре 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 краћи крак кантара 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. 5.11. 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 упознати 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 (дефинише) 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, замислити 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 мензуром или се израчунава на основу одговарајућих формула, 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 cm, m = 0,916 kg; ρ = ?

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 cm^3. 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 kg, m_2 = 0,255 kg,
$m = m_2 - m_1$ = 0,255 kg – 0,120 kg = 0,135 kg, V = 150 cm^3 = 0,00015 m^3; ρ = ?

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.

• 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 мировања 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) делује 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 појединих 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. замислити 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 поједини делови датог тела (авиона, брода, подморнице...) имају различите густине.

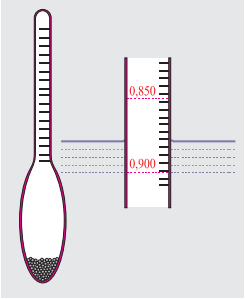
ПЕТА ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ТЕЛА

Густина чврстих тела правилног геометријског облика може да се одреди мерењем масе и димензија тела. Запремина тела се одређује помоћу одговарајућих формула. 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.

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

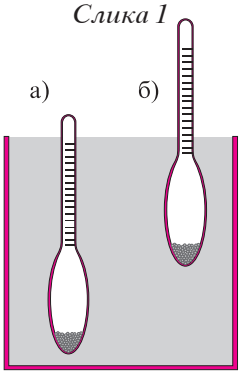
За брже одређивање густине течности користи се **ареометар.** То је затворена стаклена цев на чијем се доњем делу налази оловна сачма или жива (слика 1). На горњем суженом крају цеви (константног пресека) налази се градуисана скала.



Слика 1

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*).

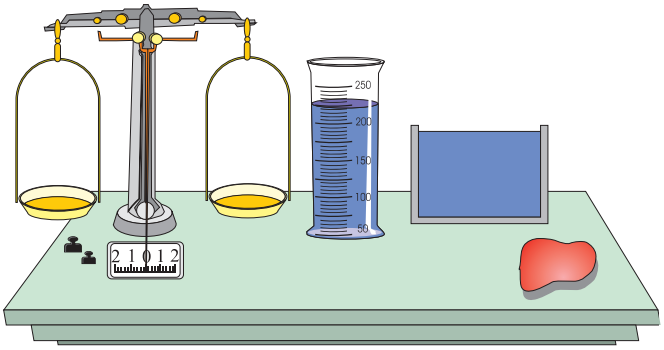


Слика 2

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

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_u).
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** $\rho \left[\frac{kg}{m^3}\right]$

Закључак

_____

_____

_____

_____

_____

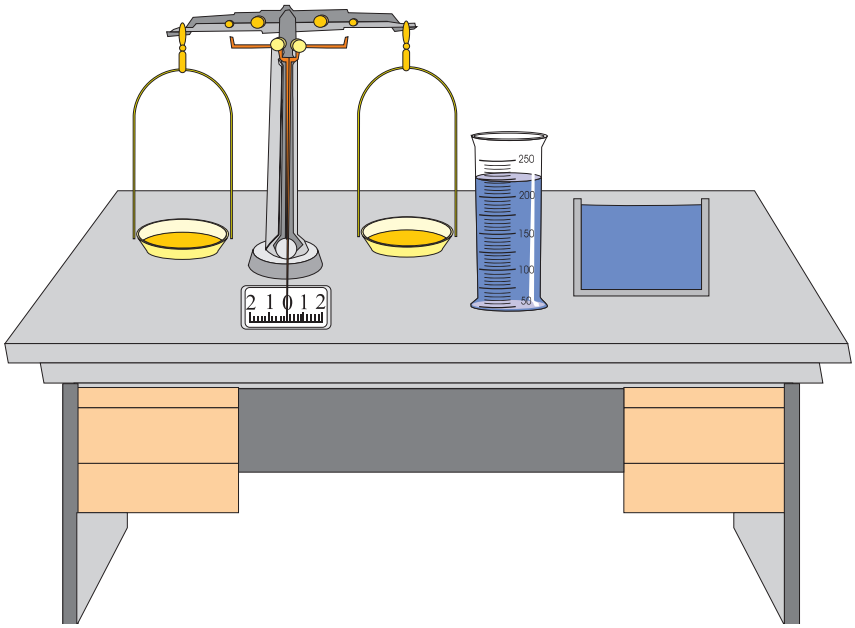
Напомена: Ако тело не може да стане у мензуру да би му се одредила запремина, онда користите суд са преливом и мензуру.

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 $\rho = \dfrac{m_u - m_s}{V_v}$, одредите густину течности.

Приказивање резултата

Добијене податке унесите у табелу.

Маса суда m [kg]	**Запремина воде** V_v [cm^3]	**Укупна маса суда и течности** m_u [kg]	**Маса течности** m_t [kg]	**Густина течности** $\rho \left[\frac{kg}{m^3}\right]$

Закључак

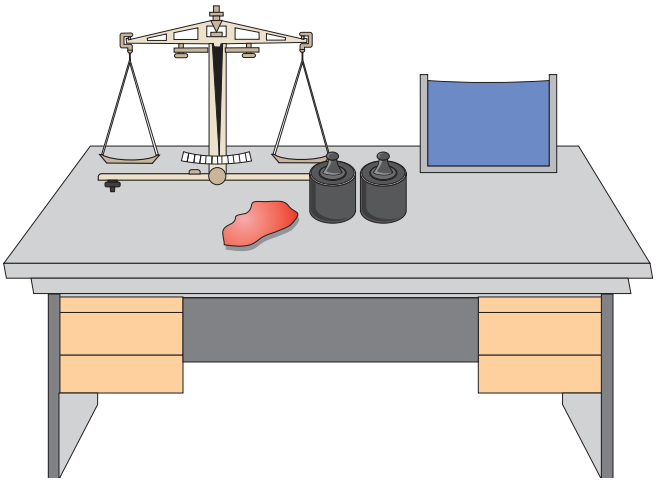
Напомена: Ако немамо мензуру, запремина суда, односно течности чија се густина одређује, може се одредити мерењем масе воде у суду. Знамо да је бројна вредност масе у грамима једнака бројној вредности запремине воде у кубним центиметрима.

СЕДМА ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

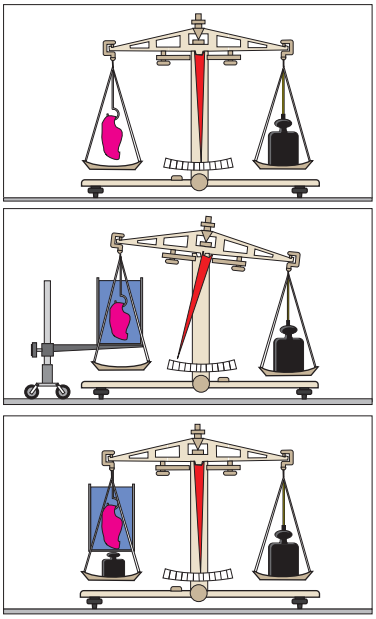
ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ ЧВРСТОГ ТЕЛА

Прибор

Теразије, слог тегова, тело чија се густина одређује, суд са водом и додатно постоље 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.

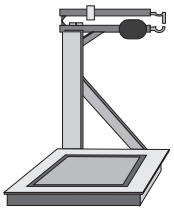
Маса тела m [kg]	**Маса додатих тегова (истиснуте воде)** m_1 [kg]	**Запремина воде истиснуте телом** V [m^3]	**Густина тела** $\rho \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$

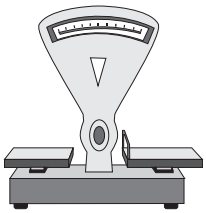
Закључак

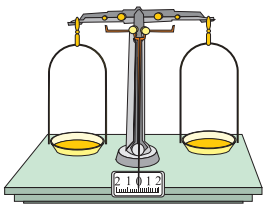
Напомена: Добијене вредности за густину тела су релативно тачне, зато што се запремина тела овом методом мери са тачношћу 0,01 cm^3, а то се не може постићи мерењем мензуром.

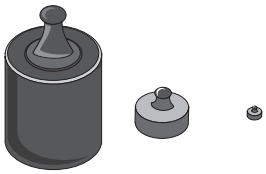
ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

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





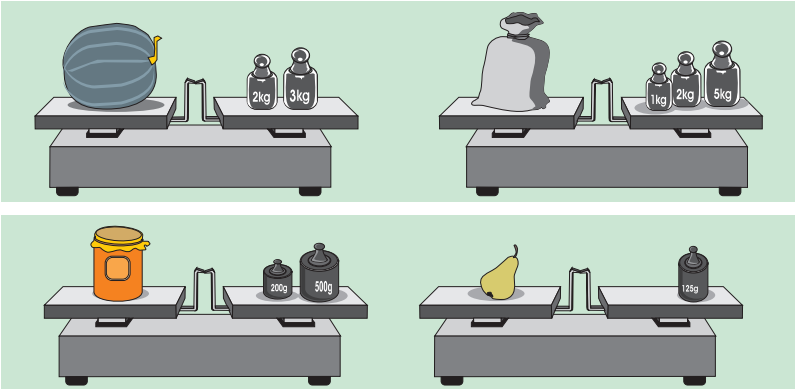




1kg 1g 1mg

а) _____ б) _____ в) _____

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 kg = 10 000 g, то је број новчића од 50 пара у 10 000 g:

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

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: **<u>масе</u>** и **<u>запремине тела</u>**.

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 $\frac{kg}{m^3}$; б) 710 $\frac{kg}{m^3}$; в) 7100 $\frac{kg}{m^3}$; г) 71 $\frac{kg}{m^3}$

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 m^3?

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

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

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: **<u>мања</u>**, **<u>не</u>** **<u>утиче</u>**, **<u>не</u>** **<u>зависи</u>**.

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 $\frac{kg}{m^3}$. Одредити густину злата од којег је пехар направљен, ако његова запремина износи 51,81 cm^3.

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

Решење: Маса злата од којег је пехар направљен је:

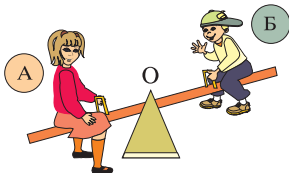
$m_o = m_1 - \rho V$,

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

Заменом одговарајућих вредности добија се:

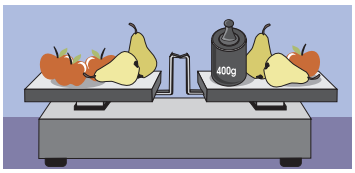
$\rho_o = \mathbf{19\ 300}\ \frac{\mathbf{kg}}{\mathbf{m^3}}$.

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 кружић знакова: веће (>), мање (<) или једнако (=):

а) 60 kg + 3000 g + 1000 000 mg ◯ 65 kg

б) 300 kg ◯ $\frac{1}{4}$ t

в) 1 kg – $\frac{1}{2}$ kg ◯ 500 g

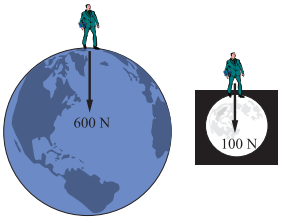
г) $\frac{1}{5}$ t + 100 kg + 2000 g ◯ 305 kg

д) 30 000 000 mg – 3000 g – 2 kg ◯ $\frac{1}{40}$ 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 cm. 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 $\frac{kg}{m^3}$.

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 cm, 15 cm и 10 cm. Маса сувог сунђера је 0,175 kg. Када се сунђер натопи 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 $\frac{kg}{m^3}$.

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 $\frac{kg}{m^3}$, а густина цинка 7300 $\frac{kg}{m^3}$.

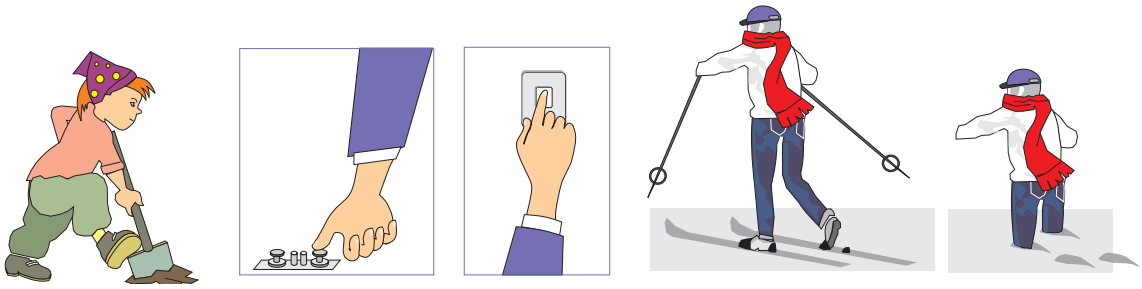
Број поена 15

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 (крвни притисак) итд.

Зимска шетња по снегу је идилична, посебно када смо на скијама. Без скија ноге нам дубоко пропадају у снег, ходамо све теже, и наше задовољство не траје дуго.

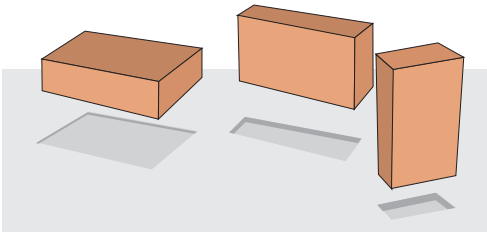


Сл. 6.1. Примери (илустрације) притиска

Зашто смо на скијама покретљивији и са мање напора се крећемо? У тражењу одговора, подсећамо се на основне карактеристике силе. Као што знамо, сила као физичка величина одређена је интензитетом, правцем, смером и нападном тачком. У нападној тачки „концентрисано“ је деловање силе. 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 најплићи 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

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
Гравитациона 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