



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ

**Методика решавања рачунских задатака из
физике у основној школи, према образовним
стандардима**

-мастер рад-

Ментор:
др Маја Стојановић

Кандидат:
Срђан Даниловић

Нови Сад, 2015.

Садржај:

1. Увод	1
2. Дефиниција задатка.....	2
3. Неки од циљева решавања задатака из физике.....	4
3.1. Формирање појмова из физике	4
3.2. Трајно и потпуније усвајање градива из физике	4
3.3. Продубљивање и проширивање ученикових знања.....	4
3.4. Објашњавање и памћење функционалних зависности између физичких величина	5
3.5. Развијање навика за самосталан рад и истрајност у савладавању тешкоћа.....	5
3.6. Примењивање теоријских знања у пракси и откривање узајамне везе између науке и технике	6
3.7. Понављање, утврђивање и проверавање ученичког знања и навика.....	6
4. Методичка питања при решавању задатака из физике	7
4.1. Захтеви за избор задатака из физике	7
4.2. Методички поступак при решавању задатака из физике.....	8
4.3. Педагошко методичке напомене при раду	9
5. Образовни стандарди	10
5.1. Особине добрих образовних стандарда.....	11
5.2. Стандарди у настави	12
5.3. Подела образовних стандарда по нивоима	13
5.4. Образовни стандарди у физици.....	13
6. Нумерација стандарда.....	15
6.1. Силе	15
ОСНОВНИ НИВО (80% и више ученика)	15
СРЕДЊИ НИВО (50% ученика).....	16
НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)	18
6.2. Кретање	19
ОСНОВНИ НИВО (80% и више ученика)	19
СРЕДЊИ НИВО (50% ученика)	20
НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)	21
6.3. Електрична струја.....	23

ОСНОВНИ НИВО (80% ученика)	23
СРЕДЊИ НИВО (50% ученика).....	24
НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)	25
6.4. Мерење	26
ОСНОВНИ НИВО (80% и више)	26
СРЕДЊИ НИВО (50% ученика).....	27
НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)	28
6.5. Енергија и топлота	29
ОСНОВНИ НИВО (80% и више ученика)	29
СРЕДЊИ НИВО (50% ученика).....	30
НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)	32
6.6. Експеримент.....	33
ОСНОВНИ НИВО (80% и више)	33
СРЕДЊИ НИВО (50% ученика).....	33
НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)	33
7. Примери и анализа рачунских задатака	34
7.1. Кретање	34
7.2. Силе	50
7.3. Енергија и топлота	62
Додатак:	74
Литература:	76

1. Увод

Улога задатака у настави физике у основној школи јесте да ученицима омогући да стекну одређена основна знања о физичким појавама и законима. Применом стечених знања ученици савладавају низ практичних вештина и навика, како што су рачунање, извођење експеримента и цртање графика. Вештина да се усвојено знање примењује у решавању практичних проблема служи нам као индикатор, односно показатељ степена разумевања и примене стеченог знања. Вештина примењивања знања је вештина коју треба специјално учити и из тог разлога решавање задатака у настави физике заузима значајно место и захтева посебну пажњу јер оно развија ову вештину.

Решавање задатака из физике је веома погодно средство за развијање логичког мишљења код ученика јер оно захтева анализу физичког и техничког садржаја задатка, примену стечених знања, изналажење начина за решавање задатка, дедуктивно (посредно) закључивање, итд. Према томе, рационалном методиком решавања задатака из физике могу се постићи изванредни резултати у развијању логичког и критичног мишљења код ученика. Решавање задатака може да се користи с успехом при излагању новог градива, при утврђивању градива, при извођењу фронталних или групних лабораторијских вежби, а често могу да послуже као основно средство помоћу којег наставник проверава стечено знање ученика.

2. Дефиниција задатка

У најширем смислу, задатак можемо схватити као захтев одређеном субјекту да испуни неку радњу. У наставном процесу, под задатком подразумевамо делатност испуњавања одређених захтева које наставник упућује ученицима. Математички задатак подразумева захтев или питање на које треба изнаћи одговор, односно решење, ослањајући се на задане услове. Примера ради, аритметички задатак представља захтев да се уз помоћ аритметичких операција одреди бројна вредност једне или више величина из датих бројних вредности других величина, које су између себе као и са траженим величинама у међусобној зависности. У психологији, задатак је дефинисан као чин деловања који треба извршити и који има своју структуру и садржи у себи одређени циљ, без обзира да ли је свесно дефинисан или је несвесне природе. У социологији, задатак је дефинисан као захтев или стављање у дужност одређеној особи или групи да обави одређену радњу или одговори на постављена питања, односно да реши проблемску ситуацију. У наставној пракси физике, под задатком се подразумева проблемска ситуација која се у општем случају решава или логичким закључивањем применом математичких операција или експериментом на основу физичких закона и физичких метода.

Задаци у настави физике представљају посебану везу између физике и математике у процесу стицања знања, вештина и навика. Та веза се анализира кроз четири основна питања:

- Вредности решавања задатака;
- Основни циљеви решавања задатака;
- Врсте задатака;
- Методика при решавању задатака из физике.

Решавање задатака у настави физике је врло важна делатност која има велики значај у изучавању физике. Тај значај се огледа у:

- Разумевању суштине појмова и закона физике;
- Утврђивању функционалне зависности између физичких величина;
- Примени физике у решавању практичних и техничких проблема;

- Успостављању везе између знања стечених из физике и других техничких наука;
- Мотивисању ученика на самосталан рад и развој интереса за физику и науку;
- Подстицању креативности и стваралачком истраживању ученика;
- Ефикасном проверавању теоријског и практичног знања;
- Развијању такмичарског духа код ученика.

Решавање задатака може увелико допринети постизању ових циљева и зато део времена у настави физике треба посветити овој делатности. Поред тога, решавање задатака је погодно средство за развијање критичког мишљења код ученика. Анализирајући садржај задатка, ученици већ примењују стечена знања, траже начин за његово решавање да би на крају донели закључак. Током решавања задатака ученици примењују опште законитости у физици на посебне случајеве и на тај начин развијају мишљење о одређеном физичком закону и његовој практичној примени. У настави у којој се практикује решавање задатака ученици ће се боље упознати са суштином одређеног закона што није случај са наставним процесом у коме нема решавања задатака где се стиче само формално знање. Дакле, решавање задатака у настави физике треба афирмисати као саставни део наставног процеса.

3. Неки од циљева решавања задатака из физике

3.1. Формирање појмова из физике

У првом кораку у формирању одређеног појма из физике, поред излагања наставника, дијалога наставника са ученицима и извођења експеримента, значајну улогу има и решавање задатака. Пракса показује да је решавање задатака значајно за усвајање појмова о физичким величинама који се, као што је познато, усвајају теже од појмова о физичким телима или појавама. Потпуно усвајање и упознавање суштине и значења појмова као што су сила, притисак, рад, снага и др. постиже се дуготрајним вежбањем без којег процес формирања знања не би био завршен. Вештим избором питања и задатака и њиховим укључивањем у процес обраде одређеног градива из физике, као и применом одговарајућих метода решавања, може се умногоме допринети уклањању формализма у учениковом знању.

3.2. Трајно и потпуније усвајање градива из физике

Закони физике показују начин на који су повезане величине карактеристичне за проучаване појаве. Решавањем задатака ученици се оспособљавају да законе примењују на појаве које се одигравају под разним условима. Према томе, задаци имају велики значај за конкретизацију ученикових знања без којих она остају формална и немају практичну вредност. Искуства показују да ученици схватају суштину разних дефиниција, формула и закона тек после њихове примене у рачунским задацима.

3.3. Продубљивање и проширивање ученикових знања

Садржај задатка може се одредити тако да његовим решавањем ученици продубљују и проширују знање и упознају се са новим градивом теоријског и практичног карактера које излази из оквира минималног програма физике. На тај начин се може код ученика повећати њихово интересовање за физику и науку.

3.4. Објашњавање и памћење функционалних зависности између физичких величина

Решавање задатака има велики значај за правилно схватање функционалних зависности међу величинама. У тој области честе су грешке ученика који у математичком изразу не виде физичку суштину појаве. Примера ради читајући дефиницију специфичне тежине из израза: $\gamma = Q/V$, ученици кажу: *специфична тежина је сразмерна тежини, а обрнуто сразмерна запремини тела*. Проблеми у схватању суштине могу се избећи решавањем одређеног броја задатака, уз обавезну анализу својстава физичких величина, пре него што се ученицима покаже математички израз за одговарајућу величину. Приликом решавања задатака ученици трајније памте дефиниције, законе, формуле, разне бројне вредности физичких константи, називе физичких величина и мерних јединица којима се оне мере.

3.5. Развијање навика за самосталан рад и истрајност у савладавању тешкоћа

Решавање задатака из физике развија иницијативу, вољу, истрајност и сналажљивост у постизању одређених циљева и развија логичко мишљење код ученика. Осим тога, процес решавања задатака је важан облик самосталног рада ученика како на часовима физике тако и приликом учења градива код куће. Овакав приступ подстиче ученика да савладава тешкоће на које наилази у раду. Да би се постигао овај циљ, ученицима је потребно задавати индивидуалне задатке, како би дошао до изражаја њихов самосталан рад, без помоћи од стране наставника или других ученика. На овај начин ученици ће превазилазити многе потешкоће што је корисно и у васпитном погледу. Решавање задатака помаже ученицима да пажњу концентришу на проблем или питање које се проучава.

3.6. Примењивање теоријских знања у пракси и откривање узајамне везе између науке и технике

Значајну образовну и васпитну улогу имају задаци с подацима из производње и свакодневног живота. Ови типови задатака могу да се приказују и графички што код ученика развија вештину графичког интерпретирања решења, што је битно за техничку обуку ученика. Решавање задатака с производно-техничким садржајем и коришћење графика продубљује знање ученика из области техничке производње те им открива практични значај физике и код ученика развија спознају да се теоријска знања могу применити у решавању конкретних практичних проблема. Из тог разлога, у настави физике треба користити ове типове задатака и на тај начин код ученика развијати свест о примени науке за потребе технолошког развоја.

3.7. Понављање, утврђивање и проверавање ученичког знања и навика

Понављање, утврђивање и повезивање ученичког знања може да се остварује путем решавања рачунских задатака. Када се градиво понавља на часу или код куће, задаци омогућавају да се оживе и продубе појаве које се понављају. Овај захтев се испуњава решавањем кратких задатака за обнављање основног, раније стеченог знања и комбинованим задацима који укључују градиво из других целина обухваћених наставним програмом. Наведени циљеви постижу се искључиво комбинацијом с другим методама рада и методским поступцима.

4. Методичка питања при решавању задатака из физике

Решавање задатака без унапред одређених методишких захтева нема дидактичку вредност. Из тог разлога, потребно је обратити пажњу на следеће захтеве:

- Избор задатака;
- Методички поступак при решавању задатака;
- Педагошко-методишке напомене при раду.

4.1. Захтеви за избор задатака из физике

Приликом избора задатака из физике треба водити рачуна да се искористе одговарајући задаци из уџбеника и приручника за физику што одговара општим захтевима за организацију наставе физике. При избору готових и нових задатака треба водити рачуна о заступљености свих врста и типова нумеричких задатака што доприноси квалитетнијој организацији наставе физике. Одабрани задаци треба да одговарају психофизичком узрасту ученика и да буду сортирани према степену сложености, односно од једноставнијих ка сложенијим. Нарочит ефекат се постиже ако се код ученика у раду на решавању проблема одржава одговарајући степен интелектуалног напора у процесу решавања самог проблема. Потешкоће у испуњавању овог захтева се огледају у проблему дефинисања шта је то просто, а шта сложено за схватање ученика јер то зависи од читавог низа организационих фактора у самој настави. Битно је да наставник повремено проучава то питање на основу проверених методичких захтева и дидактичких начела и да делује у смеру напредовања ученика.

Сви одабрани и планирани задаци треба да имају одређену дидактичку намену без које би се читав рад на решавању задатака свео на формално обављање сувопарних чињеница из обрађеног градива. Да би се испуно овај захтев неопходно је да задаци:

- Утврђују, проверавају и деломично употпуњују стечена знања у настави физике;
- Обилују чињеницама које развијају вештине и навике за решавање разноврсних задатака и проблема из физике;
- Постепено навикавају ученике на самосталан рад, негујући самоиницијативу и свест о самообразовању;
- Утичу на неговање и развијање друштвене одговорности;
- Припреме ученике за савладавање новог садржаја из физике и решавање наредних (тежих и сложенијих) задатака.

4.2. Методички поступак при решавању задатака из физике

При изучавању физике, решавање задатака треба схватити као мерило исправног разумевања основних идеја и суштине физичког закона. Међутим, погрешно је очекивати да се задаци могу успешно решавати ако се претходно не проуче и усвоје одређени физички закони. При решавању задатака треба водити рачуна о следећим правилима:

- Пошто се прочита задатак и схвати његов смисао, треба записати све физичке законе и дефиниције које он садржи. На решавање задатка треба прионуте тек након што се претходно провери способност да се самостално, без помоћи књиге искажу одговарајући закони и наведу услови у којима они важе и примене на постављеном проблему.
- На основу претходног размишљања потребно је написати задане податке и означити оне величине које се траже. Затим је потребно, ако је то могуће, скицирати слику задатка и на њој означити све величине које су задате и које се траже јер не каже се узалуд да је слика пола решења. Велики број задатака из физике није ни могуће решити без слике, а код других је скицирање проблема велика олакшица, нарочито за почетнике.
- Тек након првог и другог корака поставља се једначина, или више њих, које интерпретирају законе физике, чије решавање води проналажењу резултата.

- Ради једноставније математичке интерпретације, када је то могуће, треба увести олакшавајуће претпоставке тзв. апроксимације. Неке од њих су садржане у самом тексту, а понекад их је потребно и самостално учинити.
- Једначине треба решавати у општем облику, јер се тако избегавају гломазне нумеричке операције и смањује вероватноћа појаве рачунских грешака. Осим тога, једино анализом општег решења могу се предвидети све могућности задатка и његов физички смисао.
- У општем решењу фигуришу само ознаке оних физичких величина чије су бројне вредности задане, као и ознаке познатих физичких константи.
- Пре него што се изврши замена заданих бројних вредности и константи неопходно је ускладити јединице ових величина, односно треба их изразити у истом систему јединица.

4.3. Педагошко методичке напомене при раду

Приликом решавања задатака из физике треба обратити пажњу на моменте који се позитивно или негативно одражавају на образовање и васпитање ученика у процесу наставе физике. Неки од захтева ове врсте су:

- Уредност у раду;
- Иницијатива у раду.

Уредност у раду постиже се марљивим радом наставника на табли и ученика у свесци. Многи наставници подцењују овај технички део посла, сматрајући да то није задатак наставе физике. Чињеница да то није важан задатак физике не значи и занемаривање те обавезе. Записивање термина, прегледно потписивање бројки, тачно исписивање образаца навикава ученике на уредност у раду. Са друге стране, иницијатива у раду се постиже преношењем одређеног дела посла и обавеза на ученике. Наставник који сав посао уради сам, лоше утиче на самосталност а самим тим и на стваралаштво код ученика. У том смислу треба допустити да ученици сами проналазе најбоља и најрационалнија решења, без обзира на решење и поступање наставника.

5. Образовни стандарди

Образовни стандарди су битна новина у нашем образовном систему, када су у питању контролни задаци. Објављивањем у *Просветном гласнику Републике Србије* у јулу 2010. Године, постали су обавезујући за примену у школама. Образовни стандарди представљају низ изјава које описују шта се од ученика очекује да зна и уме да уради на одређеном нивоу постигнућа и у одређеној фази свог образовања. Стандарди су засновани на циљевима образовања који карактеришу национални план и програм–курикулум. Постигнуће ученика је последица утицаја различитих фактора: нпр. школско или породично окружење у коме одрастају, квалитет наставе коју похађају, као и њихове личне способности и мотивације. Различити ученици достижу различите нивое постигнућа у различито време. Тачан опис ових нивоа (стандарда) потребан је како би наставници, ученици и њихови родитељи били у стању да препознају различите нивое постигнућа и да би на основу тога били у стању да утичу на квалитет и ефикасност будућег учења.

Образовни стандарди јасно описују шта би ученик требао да зна, разуме и уме да уради на крају одређеног циклуса учења и учествовања у процесу учења. Стандарди обично одређују минимални ниво знања, вештина или компетенција које се очекују од свих ученика на одређеном нивоу. Појам компетенција представља неопходан механизам који нам омогућава да циљеве образовања преведемо у конкретне термине стандарда, односно конкретне захтеве и задатке на тесту. Одређивање образовних стандарда и њихово коришћење за унапређење квалитета наставе и развој образовног система има три развојне компоненте:

- Циљеве образовања
- Моделе компетенције;
- Системска испитивања ученичких постигнућа.

Стандарди су формулисани тако да је њихову оствареност релативно лако проверити одговарајућим тестом. Задаци за такав тест се, међутим, не могу једноставно генерисати само на основу описа компетенција. Сви задаци намењени провери остварености стандарда морају да прођу процес провере примењивости и метријских

карактеристика-верификација. За верификацију се користе пилот-тестови на репрезентативном узорку ученика.

5.1. Особине добрих образовних стандарда

- *Спецификовање проблема* – образовни стандарди се односе на специфичан садржај предмета, постављени су јасним терминима који одражавају базичне принципе дисциплине или предмета.
- *Фокус* – стандарди не покривају целокупан садржај области или предмета до детаља које програм експлицира. Стандарди конкретизују само језгро научне дисциплине.
- *Кумулативност* – образовни стандарди се односе на компетенције које су биле развијене код ученика до одређене фазе школовања и због тога одражавају кумулативно, системски интегрисано учење.
- *Свеобухватност* – стандарди исказују који су очекивани минимални захтеви од свих ученика. Ови минимални стандарди се морају примењивати на све ученике, без обзира на профил ученика и тип школе.
- *Диференцијација* – стандарди нису само "препона" коју треба прескочити. Они праве разлику између нивоа компетенција према степену остваривања минималних стандарда. Стандарди олакшавају даљу спецификацију нивоа и диференцијацију захтева било да су постављени они од стране државе или појединачне школе.
- *Разумљивост* – образовни стандарди су формулисани јасно, концизно и помоћу прецизно дефинисаних појмова. Формулација стандарда би требало да буде разумљива не само наставницима већ и ученицима, њиховим родитељима и свим осталим заинтересованим странама.
- *Изводљивост* – захтеви стандарда, посебно на средњем и напредном нивоу, требало би да за ученике и наставника представља изазов који се уз одређен напор може испунити.

5.2. Стандарди у настави

Стандарди постигнућа имају три основна циља:

1. Да унапреде наставу и учење:

Стандарди прецизирају која би то знања и вештине ученици требало да развијају током образовног процеса. Наставници могу да користе стандарде како би наставу фокусирали на развијање кључних компетенција. Ученици такође могу јасно да виде који су им задаци постављени и да концентришу своје снаге да би овладали компетенцијама које омогућавају прелазак на виши ниво.

2. Да помогну наставницима у ефикасној процени ученичких знања и вештина и да добију више информација о ономе што је неопходно за напредак ученика:

Наставници могу да користе стандарде за развијање тестова и других форми процењивања ученичког постигнућа да би показали да ли су ученици овладали кључним компетенцијама које захтева одређени ниво постигнућа. Пажљивим разматрањем резултата таквих дијагностичких тестова, наставници и ученици могу да консолидују своје напоре и отклоне очигледне недостатке у начину рада.

3. Да помогну и школама и наставницима да одреде постигнућа својих ученика у поређењу са националним стандардима:

Описани стандарди примењиви су за све школе и као такви могу да послуже за праћење напредовања ученика у поређењу са националним стандардима. Они такође могу да се користе и за евалуацију (вредновање) ефеката промене начина или квалитета наставе пратећи постигнућа веће групе ученика.

5.3. Подела образовних стандарда по нивоима

1. *Основни ниво* – стандарди за основни ниво описују минимални прихватљиви ниво знања и вештина. Очекује се да 80% и више ученика на тесту оствари овај ниво постигнућа.
2. *Средњи ниво* – стандарди на средњем нивоу описују знања и вештине којима овлада ученик просечног постигнућа на крају осмог разреда. По дефиницији, средњи ниво чине ученици који задатке овог нивоа решавају са успешношћу од приближно 50%.
3. *Напредни ниво* – стандарди за напредни ниво описују знања и вештине неопходне за успешно даље учење у оквиру овог предмета и сродних области. Очекује се да приближно 25% ученика достигне овај ниво постигнућа.

5.4. Образовни стандарди у физици

Стандарде за физику развијала је група наставника и истраживача у области физике, односно образовања у оквиру пројекта *Министарства просвете и спорта* и *Завода за вредновање квалитета образовања и васпитања*.

Преглед најважнијих фаза у развијању листе стандарда за предмет физика:

Фаза 1. Радна група је анализирала *план и програм*, уџбенике и друге материјале везане за предмет *физика* како би идентификовала кључне обласи предмета:

- Силе;
- Кретање;
- Електрична струја;
- Мерење;
- Енергија и топлота;
- Математичке особине физике;
- Експеримент.

Фаза 2. Унутар сваке области радна група је идентификовала знања и вештине које би ученици нижих, односно виших способности (нивои 1. и 3.) требало да покажу на тесту. Радна група је развијала низ прецизних исказа (дескриптора) који би требало да описују све ове способности.

Фаза 3. Радна група је за сваки дескриптор направила по неколико задатака да бисмо тестирали знања и вештине дефинисане управо овим дескрипторима на оба нивоа.

Фаза 4. Задаци које је развила радна група тестирани су на адекватном узорку ученика. Пилот-тест је заправо био проба за методологију испитивања и начин да се добију информације о квалитету употребљених задатака.

Фаза 5. Користећи информације са пилот-теста, радна група је модификовала исказе дескриптора и израдила довољан број задатака за тестирање целог предмета.

Фаза 6. У циљу добијања објективне и поуздане процене ученичких способности, односно онога што ученици на различитим нивоима постигнућа знају и умеју, тест је урађен на репрезентативном узорку од 894 ученика из свих округа и типова школа. Истовремено је од наставника *физике* добијено мишљење о сврсисходности захтева и њихова процена релативне тежине испитиваних знања и вештина.

Фаза 7. После главног тестирања, обрађени су ученички одговори и анализирани резултати. Користећи добијене податке, радна група је утврдила успешност решавања задатака за сваку област и сваки ниво постигнућа. Радна група је, коначно, ове информације искористила за формирање предлога стандарда које приказује у овом пројекту.

6. Нумерација стандарда

Искази стандарда за предмет *физику* су означени словима ФИ и три броја. Бројеви представљају ниво стандарда, област и редни број у оквиру области.

6.1. Силе

ОСНОВНИ НИВО (80% и више ученика)

ФИ.1.1.1. Ученик/ученица уме да препозна гравитациону силу и силу трења које делују на тела која мирују или се крећу равномерно.

- Ученик уме да препозна гравитациону силу у једноставним ситуацијама, на пример као једну од две силе која делује на тело које мирује, а које се налази на хоризонталној подлози;
- Ученик, такође, зна да је у одсуству отпора подлоге гравитациона сила узрок падања тела;
- У ситуацијама када тело клизи по подлози ученик зна да на њега делује сила трења. Зна да се она супротставља кретању и да ће у случају када у правацу кретања нема других сила које делују на тело које се клиже, сила трења зауставити тело.

ФИ.1.1.2. Ученик/ученица уме да препозна смер деловања магнетне и електростатичке силе.

- Ученик зна да стални магнети имају два пола (N-север и S-југ) и да тела могу бити позитивно и негативно наелектрисана. На основу тога ученик препознаје када је узајамно деловање између два тела привлачно, односно одбојно;
- Поред тога што препознаје смер деловања интеракције, ученик уме да препозна да ће интеракција бити највећа у случају кад су магнети, односно наелектрисања тела, међусобно најближи.

ФИ.1.1.3. Ученик/ученица разуме принцип спојених судова.

- Без обзира на облик суда, ученик зна да се течност пење до истог нивоа, тј. исте висине у сваком делу суда;
- Ученик на примерима нивоа воде у реци и речним каналима, пресипања воде из акваријума итд. може да предвиди који ће ниво достићи вода када буде у стању равнотеже.

СРЕДЊИ НИВО (50% ученика)

ФИ.2.1.1. Ученик/ученица уме да препозна еластичну силу и силу потиска и особине интеракције.

- Ученик уме да препозна еластичну силу у системима у којима постоји еластична опруга;
- Ученик уме да препозна правац и смер еластичне силе;
- Очекује се да у задацима у којима се проверава постојање еластичне силе, постоји још нека сила (најчешће гравитациона) која уравнотежава дејство еластичне силе;
- Ученик препознаје силу потиска у случају пливања тела - препознаје правац и смер деловања ове силе, као и чињеницу да је у статичким ситуацијама ова сила у равнотежи са тежином тела која је такође сила;
- Ученик уме да препозна интеракцију као узрок појава при неравномерном кретању тела, на пример код аутобуса који кочи, мотоцикла у кривини итд.

ФИ.2.1.2. Ученик/ученица уме да препозна смер деловања магнетне и електростатичке силе.

- Ученик зна да је гравитациона сила увек привлачна и да зависи од масе тела;
- Зна да је сила теже гравитациона сила;
- Ученика зна да одреди правац и смер еластичне силе код истегнуте, односно сабијене опруге;
- Зна да се сила потиска јавља када је чврсто тело уроњено у течност и зна да одреди правац и смер силе потиска.

ФИ.2.1.3. Ученик/ученица уме да препознаје када је полуга у стању равнотеже.

- Ученик препознаје када је једноставна полуга у стању равнотеже и уме да примени услов равнотеже. Тако на пример ако се клацкају отац и син и ако је дат однос њихових маса и растојање једног од њих до тачке ослонца, ученик тада мора бити у стању да међу понуђеним одговорима препозна растојање другог до тачке ослонца;
- Због поузданијих резултата провере треба избегавати ситуације када је однос маса, односно растојања 1: 2.

ФИ.2.1.4. Ученик/ученица разуме како односи сила утичу на врсту кретања.

- Ученик разуме да у случају деловања колинеарних сила на тело, резултанта сила одређује врсту кретања и зна како се такво кретање назива:
 - У случају када је резултанта сила у смеру кретања, кретање ће бити убрзано;
 - У случају када је резултанта сила супротног смера од смера кретања, кретање ће бити успорено;
 - У случају када је резултанта сила једнака нули, тело ће се кретати по инерцији, тј. кретање ће бити равномерно праволинијски.
- Подразумева се провера само у случају праволинијског кретања, па у одговорима не треба инсистирати на употреби речи "праволинијско".

ФИ.2.1.5. Ученик/ученица разуме и примењује концепт густине.

- На основу података о густини средине и тела уроњеног у њу, ученик уме да закључи где ће се тело налазити и како ће се кретати (плива, лебди, тоне);
- Зна да распоред слојева течности који се не мешају зависи од њихових густина. На пример:
 - из података о густинама нафте и воде зна где се налази нафтна мрља;
 - зна да ће балон напуњен гасом мање густине од густине ваздуха одлетети у вис;
 - зна како се штетни гасови у зависности од своје густине распоређују у атмосфери Земље итд.
- Ученик зна да је густина воде приближно 1000 kg/m^3 .

ФИ.2.1.6. Ученик/ученица да хидростатички притисак зависи од висине стуба флуида.

- Ученик зна да процени у понуђеној ситуацији на којој ће дубини бити већи (или мањи) притисак.

НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)

ФИ.2.1.1. Ученик/ученица разуме и примењује услове равнотеже полуге.

- Ученик зна да је услов за равнотежу полуге једнакост момента сила у односу на тачку ослоња. Примењивање овог услова подразумева:
 - да ученик зна да одреди квантитативно која сила даје највећи, односно најмањи момент силе у односу на тачку ослоња,
 - да ученик зна да израчуна интензитете момента сила који се јављају код полуге.
- Код провере овог стандарда пожељно је за полугу одабрати неки систем који је ученику познат из свакодневног живота (на пример, клацкалица, кантар, итд.)
- Појам момента силе ученик на овом нивоу разуме као производ два броја: дужине крака и интензитета силе, не узимајући у обзир да сила не мора бити нормална на крак. Због тога при провери овог стандарда треба давати само примере у којима је сила практично нормална на крак.

ФИ.3.1.2. Ученик/ученица зна какав је однос сила које делују на тело које мирује или се равномерно креће.

- Ученик зна да ће при дејству две колинеарне силе супротних смерова на неко тело, тело бити у стању равнотеже само у случају када су те силе истих интензитета;
- Ученик зна да при овом услову тело мирује (статичка равнотежа) или се креће равномерно праволинијски (динамичка равнотежа);
- Из података да је тело у равнотежи, ученик такође уме да закључи какав је међусобни однос две колинеарне силе које делују на њега;
- Од ученика не треба очекивати да зна како ће се понашати тело ако на њега делује више од две силе, или ако делују силе које нису колинеарне.

ФИ.3.1.3. Ученик/ученица зна шта је притисак чврстих тела и од чега зависи.

- Ученик зна да чврста тела врше притисак на подлогу, зна да притисак зависи од нормалне компоненте тежине тела, и додирне површине тела и подлоге;
- Уме да закључи како се мења притисак ако се маса промени или ако се промени величина додирне површине;
- Ученик зна да изабере које од три идентична тела врши највећи притисак на подлогу. (на пример три квадрата идентичних маса)

ФИ.3.1.4. Ученик/ученица разуме и примењује концепт притиска у флуидима.

- Ученик зна да је статички притисак у флуидима сразмеран производу густине флуида и дубине на којој се притисак тражи, под условом да се густина не мења са дубином;
- Ученик зна да је константа пропорционалности једнака гравитационом убрзању;
- Ученик разуме како се притисак преноси кроз флуиде.

6.2. Кретање

ОСНОВНИ НИВО (80% и више ученика)

ФИ.1.2.1. Ученик/ученица уме да препозна врсту кретања према облику путање.

- Ученик уме да на основу облика путање препозна врсту кретања: на пример, да су кретање аутомобила по правом путу, вертикалан хитац или осциловање тела на опрузи праволинијска кретања.
- Такође, препознаје да је кретање детета на љуљашци осцилаторно, док је кретање листа кога носи ветар криволинијско.

ФИ.1.2.2. Ученик/ученица уме да препозна равномерно кретање.

- Ученик зна да је непромењивост брзине одлика равномерног кретања.
- Ученик на овом нивоу не разликује тренутну и средњу брзину кретања.

ФИ.1.2.3. Ученик/ученица уме да израчуна средњу брзину, пређени пут или протекло време ако су му познате друге две величине.

- Ученик уме да препозна у тексту физичке величине, односно вредности које се односе на равномерно кретање. Користи образац $v = \frac{s}{t}$ и може да израчуна једну величину ако су му познате друге две.
- На овом нивоу од ученика не би требало очекивати да успешно решава задатке у којима има захтева за претварање јединица.

СРЕДЊИ НИВО (50% ученика)

ФИ.2.2.1. Ученик/ученица уме да препозна убрзано кретање.

- Ученик на кинематичком нивоу препознаје убрзано (и успорено) кретање.
- Препознаје да тело које се креће убрзано (успорено) у истим временским интервалима прелази различите путеве.
- Препознаје убрзано (успорено) кретање као кретање у којем интензитет брзине расте (опада).
- Код провере овог стандарда треба се ограничити на равномерно убрзано, односно успорено, праволинијско кретање.
- Задаци који проверавају овај стандард не смеју да се ослањају на коришћење графика. (*графичко интерпретирање убрзаног кретања је описано другим стандардом, ФИ.2.6.3.*)
- Уместо графиком, промену неке од кинематичких величина боље је описати сликом или текстом на основу којег би ученик могао да препозна убрзано кретање.

ФИ.2.2.2. Ученик/ученица зна шта је механичко кретање и које га физичке величине описују.

- Ученик зна да механичко кретање представља промену положаја тела у односу на референтно тело.
- Разликује путању тела од пређеног пута.

- Зна да је брзина пређени пут у јединици времена и да је убрзање промена врзине у јединици времена и разликује ове две величине

ФИ.2.2.3. Ученик/ученица уме да препозна основне појмове који описују осцилаторно кретање.

- Ученик уме да препозна основне појмове који описују осцилаторно кретање:
 - Равнотежни положај
 - Период осциловања.

НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)

ФИ.3.2.1. Ученик/ученица уме да примени односе између физичких величина које описују равномерно промењиво праволинијеско кретање.

- Ученик зна да користи везу између брзине и убрзања, као и пређеног пута, брзине и убрзања код равномерног убрзаног кретања. На пример, зна да израчуна:
 - пређени пут код равномерно убрзаног кретања,
 - колико је време кочења аутомобила ако је позната брзина пре кочења и убрзање,
 - колико је убрзање аутомобила ако је дато време за које аутомобил разбије дату брзину.
- Коришћење не захтева знање поменутих релација, већ је довољно да на основу дате релације ученик израчуна тражену величину.

ФИ.3.2.2. Ученик/ученица уме да примени односе између физичких величина које описују осцилаторно кретање.

- Ученик зна везе основних величина којима описујемо осцилаторно кретање. То подразумева да је ученик способан да квантитативно одреди односе између периода осциловања, фреквенције и броја осцилација код осцилатора, тј. везу периода осциловања и дужине клатна код математичког клатна.
- Провера овог дела стандарда се обавља питањима типа:

- "Ако се повећа величина А, шта ће бити са величином Б?", или
- "Како треба променити величину А да би се величина Б повећала (смањила)?"
- Поред препознавања квалитативних односа између поменутих величина, ученик уме да израчуна вредност периода и фреквенције ако су дати број осцилација и време, као и да повеже директно период и фреквенцију.
- Како осцилације спадају у тежи део градива, задаци који проверавају овај стандард треба да буду формулисани тако да ученику одмах буде јасно о којем градиву је реч. Дакле, или користити речи осцилатор, тј. математичко клатно, или у неком реалном систему (љуљашка, срце, ...) користити термине период или време потребно да се изврши једна цела осцилација, фреквенција или број осцилација у јединици времена.

ФИ.3.2.3. Ученик/ученица зна како се мењају положај и брзина при осцилаторном кретању.

- Ученик уме да уочи карактеристичне положаје при осцилаторном кретању математичког клатна, као и тега на еластичној опрузи.
- Уме да одреди равнотежни и амплитудске положаје, као и да упореди брзине тела у различитим положајима.
- Зна да је брзина тела највећа при проласку кроз равнотежни положај, а да је нула када се тело налази у амплитудском положају, тј. да се брзина при осцилаторном кретању стално мења.

ФИ.3.2.4. Ученик/ученица зна основне физичке величине које описују таласно кретање.

- Ученик зна шта је таласна дужина и уме да је препозна на графички приказаном таласу.
- Разуме да при таласном кретању свака честица средине осцилује и зна да израчуна период и фреквенцију таласа
- Зна шта је амплитуда таласа.

ФИ.3.2.5. Ученик/ученица уме да препозна основне особине звука и светлости.

- Ученик зна да звук представља механички талас који може да се простира кроз све материјалне средине, различитим брзинама, које су најмање у гасовима, а највеће у чврстим телима.
- Ученик зна да светлост представља ЕМ талас који може да се простира и кроз вакуум, и да је при томе та брзина простирања увек иста и да износи $300\,000\text{ km/s}$.
- Знају да је ово највећа брзина у природи, односно да се ништа не може кретати брзином већом од ове.

ФИ.3.2.6. Ученик/ученица зна како се прелама и одбија светлост.

- Ученик разуме да је тело, које није светлеће, видљиво само ако светлосни зраци падају на тело, одбијају се од њега и долазе до ока посматрача.
- Зна закон одбијања светлости.
- Зна да је положај лика предмета у води померен у односу на стварни положај предмета због преламања светлости.
- Ученик зна да лупа (односно микроскоп или телескоп) прелама светлост и да је због те особине користимо за увећање лика.

6.3. Електрична струја

ОСНОВНИ НИВО (80% ученика)

ФИ.1.3.1. Ученик/ученица уме да препозна да струја тече само кроз проводне материјале.

- Ученик препознаје да струја може да тече само кроз проводне материјале: на пример, да би струа протекла кроз неку течност, она мора бити проводна.
- Ученик препознаје да се струјно коло може затворити металним новчићем, али не може гумицом.

ФИ.1.3.2. Ученик/ученица уме да препозна магнетне ефекте електричне струје.

- Ученик препознаје да се калем кроз који протиче електрична струја понаша као шипкасти магнет.
- Зна да су полови на крајевима калема и да по престанку протицања електричне струје калем губи магнетна својства.

СРЕДЊИ НИВО (50% ученика)

ФИ.2.3.1. Ученик/ученица зна да разликује електричне проводнике и изолаторе.

- Зна да метали, водени раствори неких супстанци, као и гасови при одређеним условима, могу да затворе електрично коло, тј. да проводе електричну струју.

ФИ.2.3.2. Ученик/ученица зна називе основних елемената електричног кола.

- Ученик зна називе основних елемената електричног кола (извор, отпорник, прекидач и проводник) и зна да их препозна у простом колу.

ФИ.2.3.3. Ученик/ученица уме да препозна да ли су извори напона везани редно или паралелно.

- Ученик зна да се за повећање напона користи редна веза извора електромоторне силе: на пример, зна да повеже три идентичне батерије како би добио три пута већи напон.
- Ученик зна да се редна веза остварује везивањем позитивног пола једног извора за негативан пол следећег, а да се паралелна веза остварује везивањем свих позитивних полова у једну тачку и свих негативних у другу тачку.
- Ученик зна да је у случају паралелне везе напон једнак напону појединачног елемента.

ФИ.2.3.4. Ученик/ученица уме да израчуна отпор, јачину струје или напон ако су му познате друге две величине.

- Ученик у тексту уме да препозна физичке величине које се односе на проста електрична кола.

- Користи образац $I = U/R$ и може да израчуна једну велићину ако су му познате друге две.

ФИ.2.3.5. Ученик/ученица уме да препозна топлотне ефекте електричне струје.

- Ученик зна да електрична струја има и топлотне ефекте, на пример да може да се користи за грејање.

ФИ.2.3.6. Ученик/ученица разуме појмове енергије и снаге електричне струје.

- Ученик зна да се електрични уређаји карактеришу електричном снагом која се најчешће изражава у киловатима.
- Зна да је потрошња електричне енергије једнака производу снаге уређаја и времена његовог коришћења, што се изражава у киловат-часовима.
- Ученик треба да разуме да потрошња електричне енергије зависи од искоришћене снаге уређаја и времена његовог коришћења.

НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)

ФИ.3.3.1. Ученик/ученица зна како се везују отпорници и инструменти у електричном колу.

- Ученик зна да се две отпорности у колу могу повезивати редно или паралелно.
- Ученик зна да се амперметар у коло везује редно, а волтметар паралелно.

6.4. Мерење

ОСНОВНИ НИВО (80% и више)

ФИ.1.4.1. Ученик/ученица уме да чита мерну скалу и зна да одреди вредност најмањег подеока.

- Ученик користи одговарајуће аналогне уређаје за мерење (метарска трака, мензура, хронометар/штоперица, вага, термометар, ...) и зна да одреди колика је вредност најмањег подеока на мерној скали и очита вредност измерене физичке величине;
- Резултати теста показују да ученици успешно препознају величину најмањег подеока само када је најмањи подеок $1/2$, $1/5$, или $1/10$ већег подеока;
- Ученик зна да запише измерену бројну вредност са одговарајућом јединицом мере.

ФИ.1.4.2. Ученик/ученица уме да препозна мерила и инструменте за мерење дужине, масе, запремине, температуре и времена.

- Ученик препознаје основна и најједноставнија мерила и инструменте за мерење неких основних физичких величина. Тако, на пример, ученик препознаје да је вага уређај за мерење масе, хронометар уређај за мерење времена, термометар се користи за мерење температуре, мензура за мерење запремине, док су амперметар и волтметар уређаји за мерење јачине струје и напона;
- Препознавање се састоји у томе да ученик бира одговор из понуђеног скупа мерила и уређаја.

ФИ.1.4.3. Ученик/ученица зна да користи основне јединице за дужину, масу, запремину, температуру и време.

- Код овог стандарда се под основним јединицама не подразумевају основне SI јединице, већ оне које се најчешће користе, тј. метар, километар, центиметар, милиметар за дужину, час, минут и секунда за време итд;
- Од ученика на овом нивоу не треба очекивати да користи келвин као јединицу за температуру.

ФИ.1.4.4. Ученик/ученица уме да препозна јединицу за брзину.

- Ученик препознаје да је основна јединица за брзину m/s , али да се у свакодневном животу често користи km/h .

ФИ.1.4.5. Ученик/ученица зна основна правила мерења, нпр. нула ваге, хоризонтални положај, затегнута мерна трака.

- Ученик зна да вага мора бити у равнотежном положају када на њој нема терета и тегова и да треба да буде у хоризонталном положају;
- Зна да електрични инструменти морају бити "на нули" када нису укључени у коло;
- Ученик зна како се поставља мерна трака при мерењу дужине;
- Зна под којим углом треба да гледа скалу мензуре да би мерење било исправно.

ФИ.1.4.6. Ученик/ученица зна да мери дужину, масу, запремину, температуру и време.

- Оствареност овог стандарда се може проверавати тестом папир-оловка;
- У питању је вештина коришћења основних мерила, која захтевају практичан лабораторијски рад па самим тим и примерен начин провере;
- Од ученика очекујемо да уме да користи лењир, мерну траку, вагу са опругом, мензуру, термометар и штоперицу;
- На овом нивоу не треба очекивати да ученик уме да користи теразије;
- Ученик за ова мерења уме да користи и аналогна и дигитална мерила, односно инструменте.

СРЕДЊИ НИВО (50% ученика)

ФИ.2.4.1. Ученик/ученица уме да користи важније изведене јединице SI и зна њихове ознаке.

- Ученик уме да користи важније изведене јединице: за силу, рад, енергију, снагу, напон и јачину струје.

ФИ.2.4.2. Ученик/ученица уме да препозна дозвољене јединице мере изван SI, на пример, литар или тона.

- Зна да је литар исто што и дециметар кубни и да су то јединице којима се мери запремина.
- Претвара литре у метре кубне и обрнуто;
- Претвара тоне у килограме и обрнуто.

ФИ.2.4.3. Ученик/ученица уме да користи префиксе и претвара бројне вредности физичких величина из једне јединице у другу, на пример километре у метре.

- Ученик зна да користи префиксе мили- и кило-, уме да претвара јединице. На пример, зна да претвори километре у метре и обрнуто, као и милиметре у метре, и обрнуто.

ФИ.2.4.4. Ученик/ученица зна када мерења понављамо више пута.

- Ученик зна да при испитивању појава у природи поновљена мерења у истим условиума могу дати различите резултате и да у том случају та мерења треба поновити више пута.

НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)

ФИ.3.4.1. Ученик/ученица уме да претвара јединице изведених физичких величина у одговарајуће јединице SI система.

- За разлику од стандарда на средњем нивоу, ученик овде уме да претвара и изведене јединице које садрже величине које нису изражене у декадном бројном систему (на пример време или степени угла);
- Ученик зна да претвори брзину дату у километар на сат у метре у секунди и обрнуто.

ФИ.3.4.2. Ученик/ученица уме да мери јачину струје и напона у електричном колу.

- Овај стандард се односи само на мерење једносмерних струја и напона;
- Од ученика се очекује да зна да изабере одговарајући опсег јачине струје или напона;
- Проверу остварености стандарда, из разлога безбедности, не треба проверавати на изворима који се напајају из градске мреже, односно на самој мрежи.

ФИ.3.4.3. Ученик/ученица зна шта је грешка мерења.

- Ученик зна да се тачност мерења повећава са смањењем вредности најмањег подеока на инструменту или мерилу;
- Зна да уколико поновљена мерења дају различите резултате, средња вредност тих резултата представља коначни резултат мерења.

6.5. Енергија и топлота

ОСНОВНИ НИВО (80% и више ученика)

ФИ.1.5.1. Ученик/ученица зна да агрегатно стање тела зависи од његове температуре.

- Ученик зна да тело на тачно одређеној температури мења своје агрегатно стање.
- Ако му је позната температура топљења и кључања, зна да одреди у ком се агрегатном стању налази тело.
- Ученик зна температуре мржњења и кључања воде при нормалним условима, тј. њихове вредности у степенима целзијуса.

ФИ.1.5.2. Ученик/ученица уме да препозна да се механичким радом може мењати температура тела

- Ученик препознаје да трење може да доведе до промене температуре тела, на пример да тестерисање дрвета може да загреје дрво и тестеру.

- Примери треба да послуже томе да ученик на њима препознаје да се енергија може трансформисати, односно да механички рад може да користи за промену температуре тела над којим се врши рад.

СРЕДЊИ НИВО (50% ученика)

ФИ.2.5.1. Ученик/ученица зна да кинетичка и потенцијална енергија зависе од брзине, односно висине на којој се тело налази.

- Ученик зна да кинетичка енергија зависи од масе и брзине тела и да потенцијална енергија тела у гравитационом пољу зависи од његове масе и висине на којој се налази.
- На овом нивоу постигнућа ученик не мора да зна да је кинетичка енергија сразмерна квадрату брзине тела.

ФИ.2.5.2. Ученик/ученица уме да препозна појаве код којих се електрична енергија троши на механички рад.

- Ученик уме да препозна да се у уређајима и процесима у којима постоји механичко кретање електрична енергија троши на механички рад. На пример, зна да електромотор, односно уређаји који га садрже, служе за претварање електричне енергије у механички рад.

ФИ.2.5.3. Ученик/ученица уме да препозна појмове рада и снаге.

- Ученик зна да је механички рад сталне силе која делује у правцу кретања једнак производу интензитета те силе и пређеног пута.
- Ученик препознаје да је снага једнака раду извршеном у јединици времена.

ФИ.2.5.4. Ученик/ученица зна да унутрашња енергија зависи од температуре

- Зна да постоји веза између унутрашње енергије и температуре тела, тј. да са порастом унутрашње енергије расте и температура.

- На овом нивоу од ученика не треба очекивати да зна да је код идеалног гаса унутрашња енергија једнака суми кинетичких енергија свих молекула.

ФИ.2.5.5. Ученик/ученица зна да запремина тела зависи од температуре.

- Ученик зна да се чврста тела при загревању шире, а при хлађењу скупљају, односно да им се запремина мења при промени температуре.

ФИ.2.6.1. Ученик/ученица разуме и примењује основне математичке формулације односа и законитости у физици, на пример директну и обрнуту пропорционалност.

- Разумевање ученика подразумева да речима исказану математичку везу између физичких величина уме да преточи у конкретну математичку релацију.
- Од математичких зависности ученици разумеју само директну пропорционалност (сразмерност): $y \sim x$, сразмерност са квадратом: $y = x^2$ и обрнуту пропорционалност (сразмерност): $y \sim 1/x$.
- Очекује се да је ученик способан да успешно реши овај задатак и у случајевима који се односе на њему непознате физичке законе.
- Примена ових математичких законитости подразумева способност да из успостављених математичких веза ученик тачно израчуна односно одреди тражену величину, тј. да је способан да једнакост (зависност) "реши" по траженој величини.

ФИ.2.6.2. Ученик/ученица уме да препозна векторске величине, на пример брзину и силу.

- Зна да је брзина није потпуно одређена бројном вредношћу, него је потребно одредити и њен правац и смер.
- Зна да је и сила величина одређена правцем, смером и бројном вредношћу.
- Од ученика се не очекује да зна остале векторске величине, на пример: убрзање, јачину електричног поља, магнетну индукцију итд.

ФИ.2.6.3. Ученик/ученица уме да користи и интерпретира табеларни и графички приказ зависности физичких величина.

- Ученик уме да користи табеларно приказане податке и да из њих изведе једноставне закључке о зависностима између величина у табели.

- Ученик уме да користи графичко приказивање зависности физичких величина и да из њих изводи релевантне закључке. Тако, на пример:
 - уме да процени вредност зависне физичке величине у зависности од задате независно промењиве;
 - уме да препозна да ли постоји зависност између две физичке величине, односно да ли је она опадајућа или растућа
- уме да са графика процени вредност независно промењиве за коју би зависно промењива била једнака нули.

НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)

ФИ.3.5.1. Ученик/ученица разуме да се укупна механичка енергија тела при слободном паду одржава.

- Ученик разуме да при слободном паду кинетичка енергија тела прелази у потенцијалну и обратно, тако да њихов збир остаје сталан.
- Ученик зна да се слободним падом назива свако кретање које се одвија само под дејством гравитације, тј. пад са произвољном почетном брзином (на пример вертикални хитац навише и наниже; пад из мировања итд.)
- Ученик зна како се променом брзине мења кинетичка енергија, односно како се променом висине мења потенцијална енергија тела.

ФИ.3.5.2. Ученик/ученица уме да препозна карактеристичне процесе и термине који описују промене агрегатних стања.

- Ученик зна основне особине агрегатних стања (чврсто, течност и гасовито) и уме да именује одговарајуће фазне прелазе.
- Зна шта су топљење, испаравање, кондензација и очвршћивање.
- Од ученика се не очекује да зна шта је сублимација.

6.6. Експеримент

ОСНОВНИ НИВО (80% и више)

ФИ.1.7.1. Ученик/ученица поседује мануелне способности потребне за рад у лабораторији.

ФИ.1.7.2. Ученик/ученица уме да се придржава основних правила понашања у лабораторији.

СРЕДЊИ НИВО (50% ученика)

ФИ.2.7.1. Ученик/ученица уме табеларно и графички да прикаже резултате посматрања или мерења.

ФИ.2.7.2. Ученик/ученица уме да врши систематизацију резултата.

ФИ.2.7.3. Ученик/ученица уме да реализује експеримент по упутству.

НАПРЕДНИ НИВО (25% ученика)

ФИ.2.7.1. Ученик/ученица уме табеларно и графички да прикаже резултате посматрања или мерења.

ФИ.2.7.2. Ученик/ученица уме да врши систематизацију резултата.

ФИ.2.7.3. Ученик/ученица уме да реализује експеримент по упутству.

7. Примери и анализа рачунских задатака

7.1. Кретање

Задатак 1. (основни ниво)

Конкорд је суперсонични путнички авион и други тип авиона ове намене на свету који је ушао у саобраћај. Време лета авиона Конкорд од Њујорка до Лондона је (5 564 km) приближно 3 h. Израчунај средњу брзину изражену у km/h.

Теорија:

Брзина је важан концепт у кинематици, грани класичне механике која описује кретање тела, а дефинише се као промена положаја тела у односу на друго тело (референтно тело). Средња брзина се рачуна као количник укупног пређеног пута и укупног времена у коме се кретање одвијало:

$$\bar{v} = \frac{s_{uk}}{t_{uk}}$$

где је s_{uk} укупни пређени пут, а t_{uk} укупно време у коме се кретање одвијало.

Анализа задатка:

Задатак 1. спада у основни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да израчуна средњу брзину, пређени пут или протекло време ако су му познате друге две величине. Такође, у задатку није потребно претварати мерне јединице у основне што би овај задатак сврстало на следећу разину тежине односно у средњи ниво према датој подели. Очекује се да најмање 80% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$s = 5\,564 \text{ km}$$

$$t = 3 \text{ h}$$

$$\bar{v} = ?$$

Након записивања познатих физичких величина и оне која се тражи као и закона који задатак садржи, приступамо његовом решавању. У задатку се тражи брзина изражена у km/h па није неопходно извршити претварање мерних јединица.

$$\bar{v} = \frac{s_{uk}}{t_{uk}} = \frac{5\,564 \text{ km}}{3 \text{ h}} = 1\,855 \text{ km/h}$$

$$\bar{v} = 1\,855 \text{ km/h}$$

Анализа решења:

Из решења се види да авион просечно пређе 1 855 километара за један сат што представља трећину укупног пута. Након решавања задатка ученицима се може предложити истраживање у коме би истражили колика је средња брзина просечног путничког авиона на овој релацији како би направили поређење. Такође, задатак је згодно решавати преко „powerpoint“ презентације или преко паметне табле где би се ученици могли упознати са изгледом Конкорд авиона као и карта света на којој би они били у стању сагледати удаљеност између Лондона и Њујорка.

***Конвенцијални начин:**

Пошто јединице мере нису у СИ систему јединица, при конвенцијалном решавању задатка, потребно извршити претварање мерних јединица. Због овог поступка претварања исти задатак се сврстава у средњи ниво тежине у образовној подели.

***Решење:**

$$s_{uk} = 5\,564 \text{ km} // 1 \text{ km} = 1000 \text{ m} // \rightarrow s = 5\,564\,000 \text{ m}$$

$$s_{uk} = 5\,564\,000 \text{ m}$$

$$t_{uk} = 3 \text{ h} // 1 \text{ h} = 3600 \text{ s} // \rightarrow t_{uk} = 10\,800 \text{ s}$$

$$t_{uk} = 10\,800 \text{ s}$$

$$\bar{v} = ?$$

Након што смо извршили претварање јединица можемо приступити уврштавању познатих величина у израз за средњу брзину:

$$\bar{v} = \frac{s_{uk}}{t_{uk}} = \frac{5\,564\,000\text{ m}}{10\,800\text{ s}} = 515\text{ m/s}$$

$$\bar{v} = 515\text{ m/s}$$

***Анализа решења:**

Из решења се види да авион просечно пређе 515 метара у једној секунди. Решење приказано у овом облику односно у метрима по секунди сматра се коректним пошто су јединице мере изражене у основним мерним јединицама које су дефинисане СИ-системом јединица.

Задатак 2. (основни ниво)

Јусејн Болт је спринтер са Јамајке који се такмичи у дисциплинама 100 m и 200 m, као и у штафети 4 × 100 m. Актуелни је олимпијски победник, као и „власник“ светског и олимпијског рекорда у све три дисциплине. На светском првенству у Берлину 16. августа 2009. побољшао је свој светски рекорд из Пекинга у трци на 100 метара, а четири дана касније, у финалној трци на 200 метара осваја златну медаљу уз постављање новог светског рекорда.

а) Израчунај време актуелног светског рекорда на 100 метара ако је средња брзина коју је постигао Болт 10,44 m/s.

б) Израчунај време актуелног светског рекорда на 200 метара ако је средња брзина коју је постигао Болт 10,42 m/s.

Теорија:

За решавање задатка потребно је познавање теорије као и у претходном задатку.

Анализа задатка:

Задатак 2. спада у основни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да израчуна протекло време ако су му познате друге две величине. Такође, пут и брзина су у задатку изражени у основним мерним јединицама па није потребно извршити претварање. Очекује се да најмање 80% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

а)

$$s = 100 \text{ m}$$

$$\bar{v} = 10,44 \text{ m/s}$$

$$t = ?$$

Пре него што приступимо замени познатих величина у формулацију за брзину неопходно је из израза за брзину изразити време које се тражи:

$$\bar{v} = \frac{s}{t} \rightarrow t = ?$$

$$t = \frac{s}{\bar{v}} = \frac{100 \text{ m}}{10,44 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 9,58 \text{ s}$$

$$t = 9,58 \text{ s}$$

б)

$$s = 200 \text{ m}$$

$$\bar{v} = 10,42 \text{ m/s}$$

$$t = ?$$

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

$$t = \frac{s}{\bar{v}} = \frac{200 \text{ m}}{10,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 19,19 \text{ s}$$

$$t = 19,19 \text{ s}$$

Анализа решења:

Актуелни светски рекорд на 100 метара износи 9,58 s, док актуелни светски рекорд на 200 метара износи 19,19 s. Задатак може бити занимљив ученицима будући да повезује једну дисциплину као што је спорт са брзином, физичком величином која се изучава у предмету физика.

Задатак 3. (средњи ниво)

Земљина кора се састоји од више плоча које се крећу и стално међусобно „гурају“ или удаљавају. Погледај пажљиво карту западне обале Африке и источну обалу Јужне Америке и видећеш да се оне „уклапају“ једна у другу. И заиста, Африка и Јужна Америка су некада биле спојене. Кретање тектонских плоча често узрокује земљотресе и омогућује продор лаве на површину. Брзина кретања ових плоча је мала. Тако, на пример, афричка плоча потискује европску брзином 2,7 cm/god. Изрази ту брзину у m/s.

Теорија:

За решавање задатка неопходно је савладати вештину претварања мерних јединица. Као помоћ при решавању задатка може се користити додатком 1. „Уведени интернационални префикси за СИ-јединице“

Анализа задатка:

Задатак 3. спада у средњи ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да изврши претварање мерних јединица. Очекује се да најмање 50% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

Како би били у стању да изразе $\frac{\text{cm}}{\text{god.}} \rightarrow \text{m/s}$, ученици треба да знају везу између центиметра и метра (cm/ m), као и везу између године и секунде (god./ s).

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$

$$1 \text{ god.} = 365 \text{ dana}$$

$$1 \text{ dan} = 24 \text{ h}$$

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$1 \text{ god.} = 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}$$

$$1 \text{ god.} = 31\,536\,000 \text{ s}$$

$$2,7 \frac{\text{cm}}{\text{god.}} \rightarrow \text{m/s}$$

$$2,7 \cdot \frac{0,01 \text{ m}}{31\,536\,000 \text{ s}} = 0,000\,000\,000\,856 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ради прегледности писања резултата можемо се послужити таблицом у којој су изложени интернационални префикси за СИ-јединице (погледати таблицу 1 у додатку.).

$$2,7 \frac{\text{cm}}{\text{god}} \approx 8,6 \times 10^{-10} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Односно,

$$2,7 \frac{\text{cm}}{\text{god}} \approx 0,86 \text{ nm/s}$$

Анализа решења:

Из решења се види да се афричка тектонска плоча, на годишњем нивоу, подвуче под европску за 2,7 центиметара или изражено у метрима по секунди то подвлачење износи 0,86 нанометара по секунди. Као коментар на задатак могу да додам да се овај задатак може решавати и у обрнутој форми где би се као решење тражило претварање $\text{m/s} \rightarrow \frac{\text{cm}}{\text{god.}}$ у ком случају би се ученицима приказала брзина у лакше разумљивијим бројним

вредностима. Решавајући овај тип задатака код ученика се развија вештина претварања мерних јединица, развија се свест о вези између мерних јединица и то све на концепту који је широко везан за поље проучавања географије.

Задатак 4. (средњи ниво)

Почетком 1972. године из Кејп Кенедија (САД) лансирана је летелица „Пионир-10“, да би после 11 година и 3 месеца, напустила Сунчев систем и зајездила према Плејадама (једна од ближих скупина звезда у сазвежђу „Бика“), крећући се брзином већом од 50 000 km/h и носећи са собом поруку (у виду цртежа на металној плочици) о нама и „мрвици“ материје, званој Земља, на којој живимо. Коликом брзином би се требао кретати „Пионир-10“ да би до Плејада стигао за 7,5 милиона година. Удаљеност Плејада износи 400 светлосних година. Светлосна година је удаљеност коју светлост пређе за годину дана, крећући се брзином $c = 300\,000\text{ km/s}$.

Теорија:

За решавање задатка потребно је познавање концепта брзине приказаном у задатку 1. као и вештина претварања једне јединице мере у другу.

Анализа задатка:

Задатак 4. спада у средњи ниво према образовним стандардима јер се од ученика захтева да претвара удаљеност изражену у светлосним годинама у метре као и претварање километара по секунди у метре по секунди. Даље, како би били у стању да реше задатак ученици се користе претходно стеченим знањем рачунања брзине. Очекује се да најмање 50% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$t = 7,5 \times 10^6 \text{ god.}$$

$$c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$s = 400 \text{ SG} = 400 \cdot 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ god.}$$

$$v = ?$$

Задатак је пожељно прочитати бар два пута, а уколико је потребно и више пута. У првом читању се сагледава смисао задатка, анализирају познате и непознате величине. У другом читању се врши поставка задатка. У питању је рачунање брзине, а проблематика у решавању се огледа у претварању пута који је изражен у светлосним годинама у метре.

Светлосна година је удаљеност коју светлост пређе за годину дана:

$$SG = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ god.}$$

Брзина се рачуна као пређени пут у јединици времена:

$$v = \frac{\text{pređeni put}}{\text{vremenski interval}} = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{400 \cdot 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ god.}}{7,5 \times 10^6 \text{ god.}} = 16\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 16\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Или, изражено у километрима по секунди (km/s)

$$v = 16\,000 \cdot \frac{1}{1\,000} \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$v = 16 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Анализа решења:

Да би летелице „Пионир-10“ стигла до Плејада за 7,5 милиона година, мора се кретати брзином од $v = 16 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Задатак је примерено представити ученицима јер тренира њихову вештину претварања мерних јединица, а са друге стране повезује концепт брзине са одређеним појмовима из астрономије и тако даје увид у технолошки и социјални развој наше цивилизације.

Задатак 5. (напредни ниво)

Галилео Галилеј био је италијански математичар, физичар и астроном који је одиграо значајну улогу у развоју модерне науке па га се често назива и „Оцем модерне науке“. Галилео је, између осталог, истраживао законитости кретања и гравитације тако што је изводио огледе пуштајући пушчано зрно и топовско ђуле да истовремено падају са Кривог торња у Пизи те је закључио да тела различитих маса падају истовремено, односно да убрзање тела не зависи од његове масе. Галилео је пуштао тела са висине 49 m, (висина седмог спрата). Израчунај време за које су оба тела пала са Кривог торња у Пизи.

Теорија:

Слободан пад је равномерно убрзано праволинијско кретање тела без почетне брзине, узроковано деловањем Земљине привлачне силе (силе тежје). Приликом падања тело уз сталну акцелерацију (убрзање) преваљује све већи пут, јер је брзина падања све већа. Тела која слободно падају под утицајем гравитационе силе налазе се у бестежинском стању па ће време падања зависити само од убрзања које тела добијају. У овом случају убрзање које тела добијају је баш гравитационо убрзање.

Анализа задатка:

Задатак 5. спада у напредни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да користи везу између брзине и убрзања, као и везу између пређеног пута, брзине и убрзања код равномерног убрзаног кретања. Очекује се да најмање 25% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

Овај задатак захтева знање математике на мало вишем нивоу, јер се до решења не долази директном заменом познатих вредности у образац. Код слободног пада пут који тело пређе (иначе се пређени пут означава са s) је у овом случају висина s које тело пада па га означавамо са h : ($s \rightarrow h$). Акцелерација (убрзање, a) у овом случају представља убрзање силе тежје: ($a \rightarrow g$)

Ознака за време $\rightarrow t$ (lat. tempus)

Ознака за брзину $\rightarrow v$ (lat. velocitas)

$$h = 49 \text{ m}$$

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

$$t = ?$$

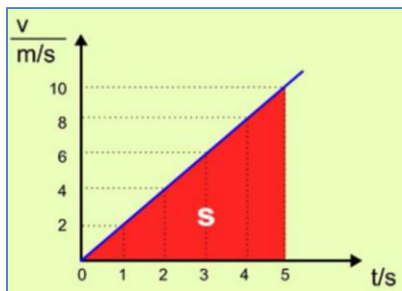
Једначина убрзаног праволинијског кретања:

$$v = a \cdot t$$

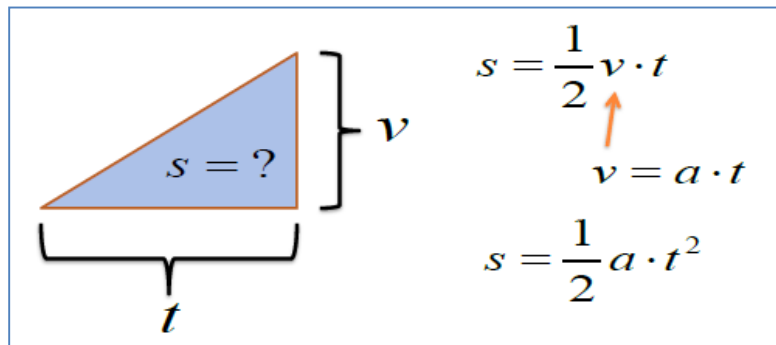
постаје једначина слободног пада:

$$v = g \cdot t$$

пут промењивог кретања без почетне брзине се рачуна по формули (до овог израза смо дошли из v, t – графика):



Слика 1. v, t – график



Слика 2.

$$h = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Одатле добијамо једначину која описује зависност времена од висине s које тело пада и гравитације:

$$t^2 = \frac{2h}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 49 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} = \sqrt{9,99 \text{ s}^2} = 3,16 \text{ s}$$

$$t = 3,16 \text{ s}$$

Анализа решења:

Време за које су оба тела пала са Кривог торња у Пизи износи $t = 3,16$ s. Суштина самог задатка се огледа у чињеници да време падања различитих тела не зависи од њихове масе што се не би дало интуитивно претпоставити. Задатак је занимљив јер ученицима показује на који је начин један појединац, истраживач и научник из времена инквизиције, вршио своје експерименте и огледе како би дошао до сазнања како и зашто се нешто догађа и то сазнање поделио са читавим човечанством.

Задатак 6. (напредни ниво)

У десетогодишњем рату, Зевс је победио титане, а међу њима и свог оца Крона. Пошто их је победио, бацио их је у Тартар. У грчкој митологији, Тартар је дубока провалија испод подземног света, Хада. Девет дана и девет ноћи падао би наковањ који је бачен (пуштен) у Тартар. Ако претпоставимо да је гравитационо убрзање g константно и приближно једнако $g = 10 \text{ N/kg}$, израчунај колики би пут до дна Тартара, прешао наковањ за девет дана и девет ноћи.

Теорија:

За решавање задатка потребно је познавање концепта убрзаног кретања приказаном у задатку 5. као и вештина претварања једне јединице мере у другу.

Анализа задатка:

Задатак 6. спада у напредни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да користи везу између пређеног пута, брзине и убрзања код равномерног убрзаног кретања. Очекује се да најмање 25% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$a = g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$t = 9 \text{ dana i } 9 \text{ noći}$$

$$t = 9 \cdot 24 \text{ h} = 216 \text{ h} = 777\,600 \text{ s}$$

$$h = ?$$

Пут промењивог кретања без почетне брзине се рачуна по формули:

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2} \rightarrow$$

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{10 \text{ m/s}^2 \cdot (777\,600 \text{ s})^2}{2}$$

$$h = 3\,023\,308\,800\,000 \text{ m}$$

Ради прегледности писања резултата можемо се послужити таблицом у којој су изложени интернационални префикси за СИ-јединице (погледати таблицу 1. **Уведени интернационални префикси за СИ-јединице у додатку**).

$$h = 3,02 \times 10^{12} \text{ m}$$

Анализа решења:

Као решење задатка добијамо да дубина Тартара износи $h = 3,02 \times 10^{12} \text{ m}$, а занимљива је чињеница да је ово растојање око 16 пута веће од растојања Земље од Сунца. Задатак је занимљив јер повезује наизглед неповезиве дисциплине као што су Грчка митологија и физика.

Задатак 7. (напредни ниво)

Два млада физичара одлучила су да експериментално одреде своје време реакције: Један је држао лењир верикално тако да нула скале буде на његовом доњем делу, док је други држао отворену шаку непосредно уз „нулу“, тако да лењир може слободно падати између палца и осталих прстију. Кад први пусти лењир да пада, други жури да га ухвати. Шака нашег експериментатора „склопила“ се на једанаестом подеку (11 cm). Колико је његово време реакције?

Теорија:

За решавање задатка потребно је познавање концепта убрзаног кретања приказаном у задатку 5. као и вештина претварања једне јединице мере у другу.

Анализа задатка:

Задатак 7. спада у напредни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да користи везу између пређеног пута, брзине и убрзања код равномерног убрзаног кретања. Очекује се да најмање 25% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$s = 11 \text{ cm} = 0,11 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$t = ?$$

Пре уврштавања бројних вредности неопходно је проверити да ли су све јединице мере у СИ сисртему јединица и претворити оне које нису (у нашем случају треба центиметре претворити у метре).

Једначина убрзаног праволинијског кретања:

$$v = a \cdot t$$

постаје једначина слободног пада:

$$v = g \cdot t$$

Пут промењивог кретања без почетне брзине се рачуна по формули:

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Одатле добијамо једначину која описује зависност времена од висине s које тело пада и гравитације:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,11 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} = \sqrt{0,0224 \text{ s}^2} \approx 0,15 \text{ s}$$

$$t = 0,15 \text{ s}$$

Анализа решења:

Као решење задатка добили смо да време реакције младог експериментатора износи петнаести део секунде ($t = 0,15 \text{ s}$). Добијена јединица мере рачунским путем одговара јединици мере за време у СИ-систему јединица, па се може закључити да није направљена математичка грешка. Решење има физички смисао у односу на задане вредности.

Задатак 8. (*напредни ниво)

Брзину делфина научници су одредили на следећи начин: Снимали су кино-камером кроз отвор на зиду резервоара поред кога плива делфин. На једном од снимака „ухваћена“ је глава делфина на левој страни кадра. Након $n = 8$ кадрова на истом месту „ухваћен“ је реп. Фреквенција снимања је $f = 24$ кадрова у секунди, а дужина делфина $l = 1,9 \text{ m}$. Колика је брзина делфина?

Теорија:

За решавање задатка потребно је познавање концепта брзине као и познавање елемената из таласног кретања као што је појам фреквенције. Фреквенција је једна од величина преко које се описују таласи. Означава се малим латиничним словом f и једнака је количнику броја осцилација (у нашем случају кадрова) и периода (време потребно да се направи једна пуна осцилација):

$$f = \frac{n}{T}$$

Анализа задатка:

Задатак 8 је задатак са звездицом што подразумева његову компексност, те се као такав не може сврстати ни у један од понуђених образовних нивоа. Његова компексност се огледа у чињеници да је за његово решавање потребно повезивање знања из две области. Брзина се изучава у области „Кретање и сила“, а фреквенција се изучава у области „Таласи“.

Решење:

$$n = 8 \text{ кадрава}$$

$$f = 24 \frac{\text{кадар}}{\text{секунда}}$$

$$l = 1,9 \text{ m}$$

$$v = ?$$

Ако са t означимо време у току кога је направљено $n = 8$ кадрава, фреквенција снимања, односно број кадрава у јединици времена износи:

$$f = \frac{n}{t}$$

Одакле за време добијамо:

$$t = \frac{n}{f}$$

По дефиницији, брзина је једнака пређеном путу у јединици времена па можемо писати:

$$v = s/t$$

У нашем случају пут је дужина делфина, па (s) замењујемо s (l):

$$v = l/t$$

Када у задњу једначину заменимо време добијамо:

$$v = \frac{l}{\frac{n}{f}} = \frac{l \cdot f}{n}$$

$$v = \frac{1,9 \text{ m} \cdot 24 \frac{\text{кадар}}{\text{s}}}{8 \text{ кадар}} = 5,7 \text{ m/s}$$

$$v = 5,7 \text{ m/s}$$

Анализа решења:

Брзина делфина износи $v = 5,7 \text{ m/s}$. Добијена јединица мере рачунским путем одговара јединици за брзину у СИ-систему јединица, па се може закључити да није направљена математичка грешка. Задатак је згодно приказати ученицима зато што се у задатку тражи познавање из бар две одвојене области те се на тај начин подстиче вештина повезивања градива.

7.2. Силе

Задатак 1. (основни ниво)

Зашто на Месецу исти човек може да носи предмет шест пута веће масе него на Земљи?

Теорија:

Тела као што су Земља и Месец привлаче друга тела у својој близини према свом средишту силом која се назива сила теже. Као последица деловања силе теже јавља се тежина тела. Тежина је сила којом тело делује на водоравну подлогу на којој стоји. За решавање задатка потребно је познавање концепта гравитационе силе, односно силе теже као и тежине тела. Израз за тежину тела је приказан преко једначине:

$$G = m \cdot g$$

где је (m) маса тела, а (g) убрзање силе теже.

Анализа задатка:

Задатак 1. спада у основни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да препозна гравитациону силу (сила Земљине теже) као једну од две силе које делују на тело које мирује, а које се налази на хоризонталној подлози. Такође зна да се као последица деловања силе теже јавља тежина тела. Очекује се да најмање 80% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

Из искуства знамо да се тежина јавља као последица деловања силе теже. Величина g , која за Земљино гравитационо поље износи приближно 10 N/kg, на Месецу износи приближно 1,62 N/kg. Зато је тежина неког предмета на Месецу приближно шест пута мања него на Земљи, па човек може да понесе шест пута већи терет.

Пример:

На Земљи терет масе $m = 40 \text{ kg}$ има тежину:

$$G_Z = m \cdot g_Z$$

$$G_Z = 40 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg}$$

$$G_Z = 400 \text{ N}$$

На Месецу терет масе $m = 240 \text{ kg}$ има тежину:

$$G_M = m \cdot g_M$$

$$G_M = 240 \text{ kg} \cdot 1,62 \text{ N/kg}$$

$$G_M = 388,8 \text{ N}$$

Анализа решења:

Овај задатак је корисно приказати ученицима да би увидели разлику између масе и тежине тела. У свакодневном говору појмови „тежина“ и „маса“ сматрају се синонимима, па је сасвим уобичајено чути некога да каже: „ја сам тежак 70 kg“. Овде су замењени појмови тежина тела („тешко“) и маса тела („2 kg“). У физици су „тежина“ и „маса“ различити и добро дефинисани појмови. Могли би рећи да је маса својство тела које не зависи од средине у којој се тело налази и изражава се у килограмима (kg), а тежина је сила која се јавља као последица гравитационог привлачења и изражава се у њутнима (N).

Конкретно:

У задатку 1. тело масе $m = 40 \text{ kg}$ које се налази на Земљи и тело масе $m = 240 \text{ kg}$ које се налази на Месецу имају готово једнаке тежине, а као што видимо, различитих су маса. Примера ради, када би се неко тело налазило у свемиру далеко од било којег другог тела (планете или Сунца) оно не би имало тежину, али би свакако имало масу.

Задатак 2. (основни ниво)

Задали задатак младом Урошу да премести сандук са једног краја собе на други. У том тренутку Урош се сети последње лекције коју је учио на часу физике и одлучи да израчуна силу трења између сандука и пода. Урош је тежину сандука израчунао познавајући масу сандука и добио да она износи $G = 300 \text{ N}$, а за фактор трења је искористио податак из уџбеника $\mu = 0,3$. Коју вредност је Урош добио за силу трења?

Теорија:

Сила трења, или краће трење, се јавља као последица храпавости додирних површина због које, избочине једне површине кваче о избочине друге површине. Трење се супротставља релативном кретању. Трење зависи од тежине (G) тела на начин да је пропорционално са тежином тела, односно, повећањем тежине повећава се и трење. Трење зависи и од храпавости додирних површина, а тај утицај се исказује преко коефицијента трења (μ). Што је храпавост између две површине већа, то је и коефицијен трења већи. Износ силе трења једнак је производу фактора трења и тежине тела:

$$F_{tr} = \mu \cdot G$$

Анализа задатка:

Задатак 2. спада у основни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да препозна силу трења која делују на тела која мирују или се крећу равномерно. У случају када тело клизи по подлози ученик зна да на њега делује сила трења и зна да се сила трења супротставља кретању. Очекује се да најмање 80% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$G = 300 \text{ N}$$

$$\mu = 0,3$$

$$F_{tr} = ?$$

Износ силе трења једнак је производу фактора трења и тежине тела:

$$F_{tr} = \mu \cdot G$$

$$F_{tr} = 0,3 \cdot 300 \text{ N}$$

$$F_{tr} = 90 \text{ N}$$

Анализа решења:

За силу трења Урош је добио вредност: $F_{tr} = 90 \text{ N}$. Из овог примера можео извући закључак да је трење непожељна особина. Ипак у неким случајевима трење је корисно, као што је ходање људи и животиња, кочење аутомобила, писање итд.

Задатак 3. (средњи ниво)

Супертанкери се сматрају највећим бродовима на свету, а њихова величина је последица финансијске рачунице према којој се нафту више исплати превозити у једном великом броду него у више малих. Убрзање које постиже супертанкер износи $0,008 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Израчунај резултујућу силу која је „одговорна“ за то убрзање ако је маса супертанкера 500 000 t.

Теорија:

Убрзање открива силу. Када на тело делује сила, долази до промене брзине тела, односно, јавља се убрзање. Сила која делује на тело (у нашем случају на танкер) једнака је, према II Њутновом закону, производу акцелерације и масе тела. II Њутнов закон је основни закон кретања и дефинисан је преко релације:

$$F = a \cdot m$$

Анализа задатка:

Задатак 2. спада у средњи ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да препозна силу дефинисану преко II њутновог закона. Ученик разуме да резултанта сила одређује врсту кретања. У конкретном случају резултанта сила је у смеру кретања па се такво кретање сматра убрзаним. Поред тога у задатку фигурише тона као јединица за масу која не спада у СИ-систем јединица и коју је потребно претворити у килограме. Очекује се да најмање 50% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$a = 0,008 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$m = 500\,000 \text{ t} = 500\,000\,000 \text{ kg}$$

$$F = ?$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = 500\,000\,000 \text{ kg} \cdot 0,008 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F = 4\,000\,000 \text{ N}$$

Или ако искористимо везу да је: 1 MN = 1 000 000 N (таблица 1. Уведени интернационални префикси за СИ-јединице у додатаку) за силу добијамо:

$$F = 4 \text{ MN}$$

Анализа решења:

Резултујућа сила која је одговорна за дато убрзање танкера износи $F = 4 \text{ MN}$. У физици се за СИ јединицу силе користи њутн (енг. *Newton*; симбол: *N*), названа по енглеском научнику Исаку Њутну (*sir Isaac Newton*, 1643.–1727.). Први пут је употребљена око 1904. године, али је тек 1948. године званично прихваћена од Генералне конференције тежина и мера као назив за јединицу силе.

Њутн (1 N) се дефинише као количина силе потребне за убрзање масе једног килограма (1 kg) кроз један метар у секунди на квадрат ($1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).

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

Задатак 4. (средњи ниво)

Могло би се рећи да је од свих људских изума лопта пружила највеће задовољство човеку. Упоредо с појавом различитих лопти, појавиле су се и различите игре. Тако је и најмања спортска лопта, тј. лоптица, добила свој спорт. Она се користи у „спорту отмених и богатих“, познатијем под именом – голф. Израчунај масу голф-лоптице ако се приликом ударца у току 0,5 ms брзина голф-лоптице промени за 60 m/s под деловањем силе од 5 520 N.

Теорија:

Промена брзине (Δv) у неком временском интервалу (Δt) назива се акцелерација и означава се словом a :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Сила која делује на тело једнака је, према II Њутновом закону, производу акцелерације и масе тела. II Њутнов закон је основни закон кретања и дефинисан је преко релације:

$$F = a \cdot m$$

Анализа задатка:

Задатак 4. спада у средњи ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да препозна силу дефинисану преко II њутновог закона. У конкретном случају резултанта сила је у смеру кретања па се такво кретање сматра убрзаним. Поред тога у задатку је неопходно извршити претварање мерних јединица (ms $\rightarrow$ s).

Решење:

$$t = 0,5 \text{ ms} = 0,0005 \text{ s}$$

$$\Delta v = 60 \text{ m/s}$$

$$F = 5\,520 \text{ N}$$

$$m = ?$$

При решавању задатка користимо други Њутнов закон, односно закон кретања који каже да је сила једнака производу масе и убрзања.

$$F = m \cdot a$$

Даље, да бисмо били у стању да решимо задатак неопходно је претходно познавање акцелерације. Акцелерација представља промену брзине у јединици времена, односно:

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

Делту (ознака: Δ) користимо када приказујемо некакву промену. У нашем случају постоји промена у брзини: $\Delta v = v_2 - v_1$. За брзину v_1 (почетна брзина) узимамо да је једнака нули јер је у почетном тренутку голф-лоптица мировала ($v_1 = 0$), тако да је $\Delta v = v_2 - 0 \rightarrow \Delta v = v_2$.

$$F = m \cdot \frac{v_2}{t} \rightarrow$$

$$m = \frac{F \cdot t}{v_2}$$

Након што смо добили израз за израчунавање масе приступамо замени датих података у формулу:

$$m = \frac{5\,520\text{ N} \cdot 0,0005\text{ s}}{60\text{ m/s}}$$

$$m = 0,046\text{ kg}$$

$$m = 46\text{ g}$$

Анализа решења:

Маса голф-лоптице износи 46 g. Ради прегледности резултата килограме смо изразили у грамима.

Задатак 5. (напредни ниво)

У просеку за „хонду сивик“ пише да за почетних 17,5 s може прећи 400 m. Израчунај средњу вредност резултујуће силе која јој даје убрзање у овом временском интервалу. Маса „хонде“ је 820 kg.

Теорија:

Када је резултанта сила која делује на тело (у нашем случају „хонду“) једнака нули ($\vec{R} = 0 \rightarrow a = 0 \text{ m/s}^2$.) тело или мирује ($v = 0 \text{ m/s}$) или се креће равномерно праволинијски ($v = \text{const.}$), а када је резултанта сила које делују на тело различита од нуле ($\vec{R} \neq 0 \rightarrow a \neq 0 \text{ m/s}^2$) тело се креће убрзано.

Користимо израз за II Њутнов закон – основни закон кретања:

$$F = m \cdot a$$

Анализа задатка:

Задатак 5. спада у напредни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да повезује градиво са претходно стеченим. У датом задатку комбинује се теорија из II Њутновог закона са равномерно убрзаним кретањем. Ученик на овом нивоу уме да користи везу између пређеног пута, брзине и убрзања код равномерног убрзаног кретања. Очекује се да најмање 25% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$t = 17,5 \text{ s}$$

$$s = 400 \text{ m}$$

$$m = 820 \text{ kg}$$

$$F = ?$$

Користимо израз за II Њутнов закон – основни закон кретања:

$$F = m \cdot a$$

Да бисмо решили задатак потребно је да из једначине убрзаног праволинијског кретања дођемо до израза за пут убрзаног праволинијског кретања (израз за пут добијамо из v, t -графика):

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Из последње једначине изразимо убрзање:

$$a = \frac{2s}{t^2}$$

Које даље уврштавамо у II Њутнов закон:

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{2s}{t^2}$$

$$F = 820 \text{ kg} \cdot \frac{2 \cdot 400 \text{ m}}{(17,5 \text{ s})^2} = 2142,25 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F = 2142,25 \text{ N.}$$

Анализа решења:

Средња вредност резултујуће силе која „хонди сивик“ даје убрзање у датом временском интервалу износи: $F = 2142,25 \text{ N}$. Задатак може бити занимљив и користан за ученике јер повезује опште законитости из теорије физике са њеном применом у пракси.

Задатак 6. (напредни ниво)

Брзина „одлепљивања“ путничког авиона DC10 је 318,6 km/h, а најмања дужина писте за полетање је 2,9 km. Његова маса при полетању је 250 t, а вучна сила (3 мотора) $6,72 \times 10^5$ N. Процени колико пута је максимално убрзање овог авиона веће од његовог средњег убрзања при полетању.

Теорија:

Максимално убрзање једнако је количнику вучне силе авиона и његове масе:

$$a_{max} = \frac{F}{m}$$

Средње убрзање можемо проценити из података за брзину коју има авион на крају писте и дужине те писте, претпостављајући да је кретање равномерно убрзано (иако није, јер сила није константна):

$$a_{sr} = \frac{v}{t}$$

Анализа задатка:

Задатак 6. спада у напредни ниво према образовним стандардима најсложеније подгрупе задатака јер се од ученика захтева да повезује стечено знање са часова и примењује га у непознатој ситуацији, самостално доноси закључке на основу теоријског знања и искустава стечених из решавања рачунских задатака. Очекује се да најмање 25% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$v = 318,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 88,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s = 2,9 \text{ km} = 2\,900 \text{ m}$$

$$m = 250 \text{ t} = 250\,000 \text{ kg}$$

$$F = 6,72 \times 10^5 \text{ N}$$

$$\frac{a_{max}}{a_{sr}} = ?$$

Пре решавања задатка потребно је физичке величине исказати у одговарајућим јединицама мере дефинисане СИ системом. У нашем случају брзину изражену у $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ неопходно је претворити у $\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Сила отпора ваздуха брзо расте са брзином, а једнака је нули када је брзина најмања, тј. на почетку убрзавања.

Максимално убрзање једнако је количнику вучне силе авиона и његове масе:

$$a_{\max} = \frac{F}{m}$$

$$a_{\max} = \frac{6,72 \times 10^5 \text{ N}}{250\,000 \text{ kg}} = 2,68 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Средње убрзање можемо проценити из података за брзину коју има авион на крају писте и дужине те писте, претпостављајући да је кретање равномерно убрзано (иако није, јер сила није константна):

$$a_{sr} = \frac{v}{t}$$

$$s = \frac{1}{2}vt \rightarrow t = \frac{2s}{v}$$

$$a_{sr} = \frac{v^2}{2s}$$

$$a_{sr} = \frac{(88,5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 2\,900 \text{ m}} = 1,35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Добијена јединица мере рачунским путем, одговара јединици мере за убрзање у СИ систему, па се може закључити да није направљена математичка грешка.

$$\frac{a_{\max}}{a_{sr}} = \frac{2,68 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{1,35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 2$$

Анализа решења:

Приближан рачун показује да је максимално убрзање око 2 пута веће од средњег. Задатак је конципиран тако да ученицима покаже да постоји разлика између идеализованог случаја када се убрзање рачуна преко силе и реалног случаја када се убрзање рачуна преко других физичких величина (брзине у тренутку узлетања и дужине писте). Смисао задатка се огледа у чињеници да је у реалном случају на резултат утицао, између осталог, и отпор ваздуха као и трење услед кретања авиона по писти који се у идеализованом случају занемарују.

7.3. Енергија и топлота

Задатак 1. (основни ниво)

Вук полако диже јабуку један метар увис. Јабука има тежину 1 N. Колики је рад обавио Вук?

Теорија:

На јабуку вертикално према доле делује сила тежа. Као последица деловања силе теже на јабуку, јавља се тежина. Да би се јабука кретала вертикално према горе на њу треба деловати силом мишића која у почетку треба да буде мало већа од тежине јабуке како бисмо ју покренули. Након тога довољно је да мишићна сила буде једнака сили (тежини) тако да је укупна сила која делује на јабуку једнака нули (тада нема убрзања) и тада се јабука наставља кретати по инерцији равномерном брзином. Сила мишића Вука, вертикално према горе готово је једнака сили тежи која делује на јабуку: $F = 1 \text{ N}$. Та сила делује дуж пута $s = h = 1 \text{ m}$, и при томе се обави рад:

$$W = F \cdot h$$

Анализа задатка:

Задатак 1. спада у основни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да примени образац за рачунање рада. Ученик зна да рад зависи од силе која делује на тело и пута које то тело пређе под дејством силе. Очекује се да најмање 80% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$F = G = 1 \text{ N}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$W = ?$$

Сила мишића Вука, вертикално према горе готово је једнака сили тежи која делује на јабуку: $F = 1 \text{ N}$. Та сила делује дуж пута $s = h = 1 \text{ m}$, и при томе се обави рад:

$$W = F \cdot h$$

$$W = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$$

$$W = 1 \text{ Nm}$$

$$W = 1 \text{ J.}$$

Анализа решења:

Вук је обавио рад од једног цула да би подигао јабуку тежине 1 N на један метар висине. Рад у физици и свакодневни рад су два различита појма. Примера ради, ако рукама гурамо зид, делујемо силом мишића и при томе осећамо одређени напор па у свакодневном говору можемо рећи да обављамо рад. У физичком смислу није обављен никакав рад јер зид није помакнут с места, односно није прешао никакав пут. Код овог типа задатка ученици повезују стечена знања са ситуацијама из свакодневног живота.

Задатак 2. (основни ниво)

Фотосфера је видљива површина Сунца, слој испод којег Сунце постаје мутно за видљиву светлост. Изнад фотосфере видљива светлост је слободна да се шири у свемир. На фотосфери се могу уочити пеге, факуле, флокуле као и зрнаста структура површине састављена од гранула (пречника од више стотина километара) која је у непрекидном кретању (избијају на површину хладније, а пониру топлије масе). Температура Сунчеве фотосфере износи око 5 773 K. Изрази ову температуру у степенима Целзијуса.

Теорија:

Келвин је термодинамичка температура која је једнака 1/273,15 делу термодинамичке температуре тројне тачке воде. Келвин је основна јединица у СИ-систему јединица за температуру, која се скраћено означава са K. Веза између степена Целзијуса и степена Келвина се изражава преко формуле:

$$t[^\circ\text{C}] = T[\text{K}] - 273$$

Анализа задатка:

Задатак 2. спада у основни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да претвара степене Целзијусе у келвине и обратно. Очекује се да најмање 80% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$T = 5\,773\text{ K}$$

$$t = ?$$

Једноставним замењивањем вредности за температуру изражене у келвинима у формулу добијамо вредност за температуру изражену у степенима Целзијуса:

$$t = (5\,773 - 273) ^\circ\text{C}$$

$$t = 5\,500 ^\circ\text{C}$$

Анализа решења:

За температуру фотосфере изражену у степенима Целзијуса добијамо вредност од $t = 5\,500 ^\circ\text{C}$.

Задатак 3. (средњи ниво)

Према хинду религији, из трећег ока бога Шиве исијава се зрак којим разара и пали све што погледа тим оком. У част овог бога, донедавно најснажнији ласер на свету, назван је Шива, који се користио за постизање високе температуре довољне за настајање нуклеарне фузије. Његова снага је преко 5 TW (што је једнако снази око 2 500 ђердапских електрана). У току краткотрајног бљеска, произведена енергија приближно је једнака 500 J. Процени колико траје тај бљесак.

Теорија:

Снага је физичка величина која говори колико брзо се обавља рад. Снага је пропорционална обављеном раду, а обрнуто пропорционална времену у коме је рад обављен. Означава се великим латиничним словом (P) и једнака је количнику обављеног рада и времена у коме је рад обављен:

$$P = \frac{E}{t}$$

Да би тело обављало рад мора имати енергију. Енергија је способност тела да врши рад. Енергија омогућава телу да обавља рад, а будући да се рад претвара у енергију, јединица енергије је иста као јединица рада, џул.

Анализа задатка:

Задатак 3. спада у средњи ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу уме да примени образац за рачунање снаге и уме да претвори $TW \rightarrow W$. Префикс „–тера“ је префикс који означава тририлоин: 10^{12} (погледати таблицу 1. **Уведени интернационални префикси за СИ-јединице у додатку**). Јединица за енергију и рад је названа џул, у част енглеском научнику Џејмс Прескот Џулу (*James Prescott Joule*; 1818. – 1889.), док је јединица за снагу названа ват у част шкотском проналазачу и инжењеру Џејмсу Вату (*James Watt*; 1736. – 1819).

Решење:

$$P = 5 \text{ TW} = 5\,000\,000\,000\,000 \text{ W} = 5 \times 10^{12} \text{ W}$$

$$E = 500 \text{ J}$$

$$t = ?$$

Пре него што се приступи решавању задатка, неопходно је претворити TW у W.

Да бисмо решили задатак потребно је да знамо да је средња снага једнака количнику извршеног рада (енергије) и времена у току кога је тај рад извршен:

$$P = \frac{E}{t}$$

Одакле изразимо време t :

$$t = \frac{E}{P}$$

$$t = \frac{500 \text{ J}}{5 \times 10^{12} \text{ W}}$$

$$t = 10^{-10} \text{ s} = 0,1 \text{ ns.}$$

Анализа решења:

*Процена је да ће бљесак трајати 0,1 милијардити део секунде. Префикс „-нано“ је префикс који означава милијардити део: 10^{-9} (погледати таблицу 1. **Уведени интернационални префикси за СИ-јединице у додатку**).*

Задатак 4. (средњи ниво)

Колико је топлоте (енергије) потребно да се 3 kg воде загреје од тачке мржњења (0 °C) до тачке кључања воде (100 °C)? Топлотни капацитет воде износи $c = 4,2 \text{ kJ}$.

Теорија:

Топлотни капацитет је физичка величина која показује способност тела за складиштење (спремање) топлоте, а дефинише се као количник количине топлоте и промене температуре која због тога настаје.

Анализа задатка:

Задатак 4. Спада у средњи ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу ученик зна да унутрашња енергија зависи од температуре тела.

Решење:

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$c = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} = 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$t_1 = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = ?$$

Након записивања заданих података, неопходно је претворити мерне јединице у основне, дефинисане СИ системом јединица. Након тога вредност масе, топлотног капацитета те почетне и коначне температуре воде уврстимо у формулу:

$$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

$$Q = 3 \text{ kg} \cdot 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot (100 \text{ }^{\circ}\text{C} - 0 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$Q = 3 \text{ kg} \cdot 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 1\,260\,000 \text{ J}$$

Резултат можемо приказати у прегледнијем облику служећи се таблицом из додатка 1.

$$Q = 1\,260 \text{ kJ.}$$

Анализа решења:

Да се вода масе 3 kg загреје од тачке мржњења (0 °C) до тачке кључања (100 °C) потрбно је утрошити енергију од $Q = 1\,260 \text{ kJ}$. Задатак је згодно представити ученицима јер повезује законитости из физике на примеру из свакодневног живота.

Задатак 5. (напредни ниво)

„Боинг 747“ има масу 220 t. Израчунај његову механичку енергију у случају када лети на висини 6 km брзином 950 km/h.

Теорија:

Тело располаже енергијом уколико је способно да врши рад па је енергија тела величина која показује колики рад може да изврши тело. Енергија и рад имају исту природу, па су и јединице исте – џул. Ознака: J.

Механичка енергија је збир кинетичке енергије (енергија коју тела имају при кретању) и потенцијалне енергије (у нашем случају, потенцијалне енергије тела у гравитационом пољу). Потенцијална енергија се одређује у односу на референтни ниво у механичком систему.

$$E = E_k + E_p$$

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2} + m \cdot g \cdot h$$

где су: m – маса авиона изражена у (kg), v – брзина авиона изражена у (m/s), g – гравитационо убрзање (константа $g = 10 \text{ m/s}^2$), h – висина на којој лети авион изражена у (m).

Анализа задатка:

Задатак 5. Спада у напредни ниво према образовним стандардима јер ученик на овом нивоу зна да се механичка енергија одржава. Ученик такође зна да је механичка енергија једнака збиру кинетичке и потенцијалне енергије.

Решење:

$$m = 220 \text{ t} = 220\,000 \text{ kg}$$

$$h = 6 \text{ km} = 6\,000 \text{ m}$$

$$v = 950 \text{ km/h} = 263,9 \text{ m/s}$$

$$E = ?$$

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2} + m \cdot g \cdot h$$

Пре него што се замене бројне вредности у израз за механичку енергију неопходно је извршити претварање мерних јединица: $\text{t} \rightarrow \text{kg}$, $\text{km/h} \rightarrow \text{m/s}$.

$$E = \frac{220\,000 \text{ kg} \cdot (263,9 \text{ m/s})^2}{2} + 220\,000 \text{ kg} \cdot \frac{10 \text{ m}}{\text{s}^2} \cdot 6\,000 \text{ m}$$

$$E = 0,77 \times 10^{10} \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} + 1,32 \times 10^{10} \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

$$E = 2,09 \times 10^{10} \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

$$E = 20,9 \times 10^9 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

Џул је изведена мерна јединица:

$$\frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} = \text{J}$$

$$E = 20,9 \times 10^9 \text{J}$$

$$E = 20,9 \text{ GJ}$$

Анализа решења:

Механичка енергија авиона „Боинг 747“ у случају када лети на висини од 6 km, брзином од $v = 950 \text{ km/h}$ износи 20,9 GJ (20,9 гигаџула).

Задатак 6. (напредни ниво)

Викторијини водопади на реци Замбези спадају међу најлепша „чуда“ природе. Снага водопада је $P \approx 1,8 \text{ GW}$, а познато је да сваке минуте низ водопад падне $V = 100\,000 \text{ m}^3$ воде. Колика је висина Викторијиних водопада? Густина воде је $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$; узми да је гравитационо убрзање Земље $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Теорија:

Снага:

$$P = \frac{E}{t}$$

Гравитациона енергија је таква врста потенцијалне енергије која се јавља као последица чињенице да тело има масу и да на тело делује гравитациона сила. У свакодневном животу, гравитациона потенцијална енергија се среће у ситуацији када се тело подиже у Земљином гравитационом пољу.

Увећање гравитационе потенцијалне енергије тела једнако је количини енергије потребној да се тело подигне или, што је потпуно исто, количини енергије која би била ослобођена уколико би тело било пуштено да слободно падне на првобитни (референтни) ниво. Потенцијална енергија тела, чија је маса m , у хомогеном гравитационом пољу на висини h изнад референтног нивоа износи:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

где су уведене ознаке, редом: m - маса воде, g - убрзање силе Земљине тежине, h - висина водопада (висина са које пада вода у односу на референтни ниво)

Густина:
$$\rho = \frac{m}{V}$$

Анализа задатка:

Задатак 6. спада у напредни ниво према образовним стандардима најсложеније подгрупе задатака јер се од ученика захтева да повезује стечено знање са часова и примењује га у непознатој ситуацији, самостално доносећи закључке на основу теоријског знања и искустава стечених из решавања рачунских задатака. За ученике овакав тип задатка представља изазов који уз одређени напор могу испунити. Очекује се да најмање 25% ученика реши овај тип задатка.

Решење:

$$P \approx 1,8 \text{ MW} = 1\,800\,000\,000 \text{ W} = 1,8 \times 10^9 \text{ W}$$

$$V = 100\,000 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$h = ?$$

Да бисмо били у стању да решимо задатак потребно је да знамо да је средња снага једнака количнику извршеног рада (енергије, E) и времена (t) у току кога је тај рад извршен:

$$P = \frac{E}{t} \quad (1.)$$

У нашем случају E је потенцијална енергија тела (E_p).

Потенцијална енергија тела, чија је маса m , у хомогеном гравитационом пољу на висини h изнад референтног нивоа износи:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (2.)$$

Заменом (2.) у (1.) добијамо:

$$P = \frac{E_p}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t}$$

Одакле изразимо висину:

$$h = \frac{P \cdot t}{m \cdot g}$$

У последњој једначини у којој рачунамо висину са које вода пада, фигурише маса, а у тексту задатка имамо задану запремину и густину воде. Да бисмо одредили масу потребно је да познајемо везу између густине, запремине и масе:

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

одакле за масу m , добијамо:

$$m = \rho \cdot V$$

израз за масу уврштавамо у израз за висину:

$$h = \frac{P \cdot t}{\rho \cdot V \cdot g}$$

након чега заменимо познате вредности:

$$h = \frac{1,8 \times 10^9 \text{ W} \cdot 60 \text{ s}}{1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 100\,000 \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2}$$

$$h = 108 \text{ m.}$$

Анализа решења:

За висину Викторијиних водопада добијамо $h = 108$ m. Задатак ученицима може бити занимљив јер повезује знање стечено из више наставних јединица на примеру рачунања висине. На тај се начин проширује и продубљује знање ученика и развија интерес за саму науку.

Додатак:

1. Уведени интернационални префикси за СИ-јединице:

Бројна вредност	Декадни степен	Префикс	Скраћена ознака
1 000 000 000 000 000 000	10^{18}	Екса	E
1 000 000 000 000 000	10^{15}	Пета	P
1 000 000 000 000	10^{12}	Тера	T
1 000 000 000	10^9	Гига	G
1 000 000	10^6	Мега	M
1 000	10^3	Кило	k
100	10^2	Хекто	h
10	10^1	Дека	da
0,1	10^{-1}	Деци	d
0,01	10^{-2}	Центи	c
0,001	10^{-3}	Мили	m
0,000 001	10^{-6}	Микро	μ
0,000 000 001	10^{-9}	Нано	n
0,000 000 000 001	10^{-12}	Пико	p
0,000 000 000 000 001	10^{-15}	Фемто	f
0,000 000 000 000 000 001	10^{-18}	Ато	a

2. Грчки алфабет:

Alpha	α	A	Ny	ν	N
Beta	β	B	Xi	ξ	Ξ
Gamma	γ	Γ	Omikron	ο	Ο
Delta	δ	Δ	Pi	π	Π
Epsilon	ε	E	Rho	ρ	Ρ
Zeta	ζ	Z	Sigma	ς, σ	Σ
Eta	η	H	Tau	τ	Τ
Theta	θ	Θ	Ypsilon	υ	Υ
Iota	ι	I	Phi	φ	Φ
Kappa	κ	K	Chi	χ	Χ
Lambda	λ	Λ	Psi	ψ	Ψ
My	μ	M	Omega	ω	Ω

3. Међународни систем јединица (СИ систем) – Основне јединице:

Физичка величина	Ознака физичке величине	Мерна јединица	Ознака мерне јединице
Дужина	$l, x, r, \dots$	метар	m
Маса	m	килограм	kg
Време	T	секунда	s
Јачина електричне струје	I	ампер	A
Температура	T	келвин	K
Количина супстанције	n	мол	mol
Јачина светлости	I	кандела	cd

Литература:

1. Обрад Траповић-А.Тетерин-Лабуд Вукчевић; 1999.: Збирка задатака из физике; Природно-математички факултет, Подгорица.
2. Владимир Пар, Владимир Шипс, Миле Мишура, Маја Шувелјак; 2007.: Физика 7, збирка задатака за 7. разред основне школе, Школска књига, Загреб.
3. Нада Брковић, Планика Пећина; 2010.: Физика у 24 лекције, Приручник за припрему државне матуре, Загреб.
4. Проф. Др Милан Јевтић, др Милош Ганчић; 2007.: Атлас Физика; водич кроз основна и најновија научно-истраживачка сазнања, Грађевинска књига, Београд.
5. Милан О. Распоповић; 1992.: Методика наставе физике, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
6. М. Стојков-Жижић; 1970.: Прилози методици наставе физике у основној школи, Завод за издавање уџбеника, Београд.
7. Т. Петровић; 1994.: Дидактика наставе физике, Физички факултет Универзитета у Београду, Београд.
8. Стандарди за крај обавезног образовања:
<http://www.osjjzmaj.com/files/Obrazovni%20standardi%20-%20fizika.pdf>
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
10. Conceptual Physics; http://will86.org/physics/Conceptual_Physics2.pdf.

Биографија



Срђан Даниловић рођен је 11.11.1987. године у Вуковару, где је завршио основну и средњу школу. 2006. године уписује Природно-математички факултет на Универзитету у Новом Саду, смер физичар-метеоролог. Основне студије је завршио 2013. године након чега је уписао мастер студије, смер професор физике.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

Монографска документација

ТД

Тип записа:

Текстуални штампани материјал

ТЗ

Врста рада:

Завршни рад

ВР

Аутор:

Срђан Даниловић

АУ

Ментор:

др Маја Стојановић, ванредни професор

МН

Наслов рада:

Методика решавања рачунских задатака из физике у основној школи, према образовним стандардима

НР

Језик публикације:

српски (ћирилица)

ЈП

Језик извода:

српски/енглески

ЈИ

Земља публикаовања:

Република Србија

ЗП

Уже географско подручје:

Војводина

УГП

Година:

2015

ГО

Издавач:

Ауторски репринт

ИЗ

Место и адреса:

Природно-математички факултет, Трг
Доситеја Обрадовића 4, Нови Сад

МА

Физички опис рада:

7/80/0/0/0/2/3

ФО

Научна област:

Физика

НО

Научна дисциплина:

Методика наставе физике

НД

Предметна одредница/кључне речи:

Рачунски задаци, образовни стандарди

ПО

УДК

Чува се:

Библиотека департмана за физику,
ПМФ-а у Новом Саду

ЧУ

Важна напомена:

Нема

ВН

Извод:

У овом раду је дата класификација
задатака према образовним стандардима
и методички приступ решавању
рачунских задатака у основној школи

ИЗ

*Датум прихватања теме од НН
већа:*

15.06.2015.

ДП

Датум одбране:

22.06.2015.

ДО

Чланови комисије:

КО

Председник:

др Имре Гут, ванредни проф. ПМФ-а
др Соња Скубан, ванредни проф. ПМФ-а
др Маја Стојановић, ванредни проф.
ПМФ-а

Члан:

Члан:

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

Monograph publication

DT

Type of record:

Textual printed material

TR

Content code:

Final paper

CC

Author:

Srdan Danilović

AU

Mentor/comentor:

Ph.D. Maja Stojanović

MN

Title:

Methodology of Solving Computational Problems in Physics in Elementary School, Based on Education Standards

TI

Language of text:

Serbian (Cyrillic)

LT

Language of abstract:

English

LA

Country of publication:

Republic of Serbia

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2015

PY

Publisher:

Author's reprint

PU

Publication place:

Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

PP

Physical description:

7/80/0/0/0/2/3

PD

Scientific field:

Physics

SF

Scientific discipline:

Methodology of physics teaching

SD

Subject/ Key words:

Computational problems, Education Standards

SKW

UC

Holding data:

Library of Department of Physics, Trg
Dositeja Obradovića 4

HD

Note:

None

N

Abstract:

This paper presents classification of computational problems based on educational standards, as well as methodic approach in solving computational problems in Elementary School.

ASB

Accepted by the Scientific Board:

15.06.2015.

ASB

Defended on:

22.06.2015.

DE

Thesis defend board:

DB

President:

Ph.D. Imre Gut, associate prof.

Member:

Ph.D. Sonja Skuban, associate prof.

Member:

Ph.D. Maja Stojanović, associate prof.