



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ
ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ



**Решавање рачунских задатака из физике на примерима
из кретања тела под дејством силе теже и силе трења**

завршни - мастер рад

Ментор:
др Маја Стојановић

Кандидат:
Марко Стрика

Август 2018.

Садржај:

1. Увод	3
2. Задаци у настави физике	4
3. Класификација задатака	5
3.1. Квалитативни задаци	5
3.2. Квантитативни задаци	7
3.3. Графички задаци	9
3.4. Експериментални задаци	10
3.5. Домаћи задаци	11
4. Методика решавања рачунских задатака	13
5. Критеријум сложености задатака	14
6. Наставни план и образовни стандарди	15
7. Теоријски увод	18
7.1. Убрзање при кретању тела под дејством силе теже. Галилејев оглед	18
7.2. Слободно падање тела. Бестежинско стање	20
7.3. Хитац наниже и хитац навише	21
7.4. Сила трења и сила отпора средине	23
8. Решавање рачунских задатака	26
8.1. Задаци првог нивоа	26
8.2. Задаци другог нивоа	32
8.3. Задаци трећег нивоа	39
9. Задаци за додатну наставу	47
10. Закључак	49
11. Литература	50
Биографија	51
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА	52

1. Увод

Физика је фундаментална природна наука која проучава основна или суштинска својства природних појава и тела. Физичари проучавају основна својства, структуру и кретање материје у простору и времену. Физичке теорије се најчешће изражавају као математичке релације. Најутемељеније појаве се називају физичким законима или законима физике, међутим и они су као и све друге научне теорије подложне променама. При томе, нови физички закони обично не искључују старе, него само ограничавају домен њиховог важења. Физика је уско повезана са другим природним наукама, као и математиком (због математичког описивања природе), посебно хемијом која се у многоме базира на физици.

Успешно извођење наставе физике се не може замислити без израде рачунских задатака. Пре свега, најбољи начин да се добије практични смисао теоријске основе је баш кроз рачунске задатке. Рачунски задаци су идеална платформа за међусобно повезивање и доказивање теоријских претпоставки и појмова, где способност решавања задатака одређује степен разумевања и овладавања основним физичким законима. Такође, понављањем задатака и константним вежбањем на различитим примерима се повећава шанса да се тематика детаљније разуме и знање трајно усвоји. Важно је нагласити да правилно уочавање, разумевање, као и правилно постављање проблема у циљу тачног решавања задатака представља јако важан циљ наставног процеса.

Задаци у физици имају велики значај јер мотивишу ученике да размишљају о задатом проблему, као и уче о прецизности и систематичности. Функција задатака се огледа у понављању и утврђивању пређеног градива, у проверавању и оцењивању, као и систематизацији и генерализацији градива. Такође, продубљује везу између стеченог знања и свакодневног живота, стицања навика за обављање мисаоних операција, развијања самосталности, као и будућег инересовања за физику. Крајњи циљ решавања задатака у физици је да ученици стекну знање о неопходним методама решавања, као и продубљивање и проширивање разумевања постојећег знања из физичких закона и појава.

2. Задаци у настави физике

Примена знања, његова конкретизација у реалним условима, најобјективнији је показатељ свесне усвојености, степена осмишљености и трајности стеченог знања. Примена знања је највиша фаза у процесу стицања сазнања.

Познавање физичких објеката, појава и њихових закона је потребан, али не и довољан услов. Неопходне су посебне припреме и специјална увежбавања. У испуњавању тих циљева, нарочито значајно место и улогу имају задаци у настави физике.

Основни циљ решавања задатака јесте у томе да ученици дубље схвате физичке величине, законе и теорије и њихову примену у решавању одређених проблема.

Решавање задатака подстиче мисаону активност и знатно доприноси развоју логичког и креативно-стваралачког мишљења и усмерава ученика на самосталан рад, доношење оригиналних решења и закључака. На тај начин ученик се припрема и анимира за самоиницијативно освајање знања.

Задаци у настави физике имају и друге функције и циљеве. У току њиховог решавања могу да се откривају њихове везе и односи и на основу тога да се формулишу физичке законитости, да се изведу формуле, објасне и запамте функционалне зависности између физичких величина, њихове дефиниције, одговарајуће димензије и мерне јединице; користе се за понављање и утврђивање пређеног градива, проверавање и оцењивање, систематизацију и генерализацију знања итд.

Решавање задатака не може да буде изоловано од теоријске интерпретације и квантитизације наставног градива, нити од других метода рада посебно кад је реч о експерименталним вежбама и физичком практикуму.

3. Класификација задатака

Постоје разне основе и критеријуми по којима се задаци у настави физике могу поделити. Зависно од тога шта се узима као основа, могу се прихватити класификације према степену сложености, методама решавања, постављеном циљу, садржају итд.

Ниједна од тих класификација задатака није искључива, пошто понекад један те исти задатак може да буде зависно од основе и критеријума типизације увршћен у различите групе задатака.

Према методама решавања, задаци у настави физике деле се на три основне групе: текстуални, графички и експериментални задаци.

Текстуални задаци обухватају квантитативне (рачунске) и квалитативне задатке (задаци – питања). У настави физике највише су заступљени квантитативни (рачунски) задаци. Одговор или решење код квантитативних задатака не може да се добије без примене математичких операција. Значајну улогу у настави физике заузимају и домаћи задаци, па ћемо се додатно задржати и на њима.

3.1. Квалитативни задаци

Квалитативни задаци су такви задаци чије решавање не захтева математичке операције, прорачуне, већ да се на основу претходно усвојеног знања дају објашњења неких појава. Предсказује се њихов ток у одређеним условима и могући ефекти. Коначно решење се даје у облику одговора, цртежа, скице или графикана. По правили, у садржају таквих задатака не дају се бројни подаци и најчешће се задају у облику питања. Метод решавања таквих задатака састоји се у изградњи логичких закључака заснованих на физичким законима.

Треба разликовати квалитативни задатак од питања за проверу формалног знања као што су на пример: „Која је јединица за електрични напон? Како гласи Омов закон?“ Одговор на оваква питања се налази готов у уџбенику у неизмењеном облику и ученик треба да се само присети одговора. Оваква питања за циљ имају учвршћивање формалних знања ученика.

У квалитативном задатку поставља се такво питање на које се не налази готов одговор у уџбенику, на пример:

Аутомобил је теже зауставити на мокром асфалту него на сувом. Због чега?

1. Анализа

Између аутомобилских гума и асфалта јавља се сила трења која се супроставља кретању аутомобила (прва чињеница). Сила трења је пропорционална коефицијенту трења (друга чињеница).

2. Синтеза

Из табела се могу узети вредности коефицијента трења за гуму-влажан асфалт и гуму-сув асфалт и оне износе $= 0,25$ и $= 0,9$, респективно. На основу ових података може се закључити да се јавља већа сила трења кад се аутомобил креће по сувом асфалту, самим тим аутомобил се лакше зауставља под њеним дејством.

Пример 2. Зашто се клизна површина скија премазује воском?

1. Анализа

Између скија (дрво) и снега се јавља сила трења која се супроставља кретању (прва чињеница). Услед трења долази до хабања скија (друга чињеница).

2. Синтеза

Када се скије премажу воском, због мањег коефицијента трења код додирних површина воскирно дрво-снег, делује мања сила трења. Када делује мања сила трења, мање се супроставља кретању, па је скијаш у могућности да лакше управља скијама, да лакше улази у кривину и управља скијама у кривини. Такође, због мање силе трења и хабање скија се смањује.

Пример 3. Како можемо одредити висину моста у односу на реку ако поседујемо само хронометар и камен?

1. Анализа

Једини мерни инструмент који поседујемо је хронометар, па је једина физичка величина коју можемо мерити време (прва чињеница). Ако пустимо камен да слободно пада са моста, знамо како ће се камен кретати – слободним падом (друга чињеница).

2. Синтеза

Пошто знамо формулу за пређени пут приликом слободног пада, мерењем времена од тренутка пуштања камена да слободно пада до тренутка када додирне реку и уврштавањем податка у дату формулу, уз познату вредност убрзања Земљине теже долазимо до вредности пређеног пута камена приликом падања са моста, тј. до тражене висине моста.

Решење квалитативног задатка може се представити у пет етапа:

- Упознавање са условима задатка (читање текста, испитивање цртежа и слично) и схватање главног питања (шта је непознато, какав је циљ решавања задатка)
- Анализа података и физичких појава описаних у задатку, увођење допунских прецизирајућих услова

- Састављање плана решавања, избор и исказивање физичког закона или дефиниције која одговара условима задатка и успостављање узрочно – последичне везе између логичких претпоставки задатка.
- Остварење плана решавања задатака, синтеза података који су дати у задатку са формулисаним законима, добијање одговора на питање
- Провера одговора (решавање задатка на други начин, поређење одговора са општим принципима физике, законом одржања енергије, масе и слично)

При решавању квалитативних задатака засновано на аналитичко – синтетичком методу постоје три начина: хеуристички, графички и експериментални. Они се могу спајати и допуњавати. Хеуристички начин се састоји у постављању и решавању низа међусобно повезаних питања. Свако од њих има своје самостално значење и решење, а истовремено је елемент решења квалитативног задатка.

Овај начин усађује навику логичког мишљења, анализе физичких појава, израде плана решавања, учи повезивању података и услова задатака са садржајем познатих физичких закона и извлачењу закључака.

Графички начин решавања квалитативних задатака се састоји у састављању одговора на основу испитивања графика функције, цртежа, шеме, фотографије и сл. Овај начин решавања развија функционално мишљење ученика, учи их тачности и прецизности. Нарочито има велику вредност када су на сликама дати степени развитка појаве или тока процеса.

Експериментални начин решавања квалитативних задатака састоји се у томе да се одговор на питање добија на основу огледа који је изведен према условима задатка. При правилно изведеном огледу одговор се добија брзо и убедљиво али сам оглед не објашњава зашто се нешто дешава, па ученику остаје да речима да објашњење.

Често ученици не владају навикама логичког мишљења и износе претпоставку на основу интуитивног мишљења. Такав пут решавања не треба одбацити. Напротив, треба темељно размотрити сваки предлог, сваку физичку идеју решења задатка и доказати његову примењивост или неоснованост. Том приликом ће се развити дискусија која ће допринети развоју логичког и физичког начина размишљања ученика.

3.2. Квантитативни задаци

Квантитативни задаци се решавају применом одговарајућих формула које су пропраћене математичким операцијама и нумеричким израчунавањима. Решавање ових задатака није могуће без квалитативне анализе на коју се надовезује квантитативна анализа и одређивање физичких величина употребом математичких операција.

Квантитативни задаци су најчешћи задаци и треба се водити рачуна о њиховом правилном избору. Првенствено је потребно да се добро проуче задаци тематске области која се обрађује, потом такве или сличне задатке изабрати од понуђених у збирци која је доступна ученицима. Врло је важно ученике научити да решавају задатке методичким путем. Свакако је на почетку рада са задацима потребно ученике упознати са основним појмовима, законима и формулама помоћу којих ће те исте задатке решити. На самом крају ученици требају бити упућени на начин вежбања задатка.

Задаци који се раде на часу или код куће за домаћи задатак требају да буду такви да се примена наученог знања, не само конкретизује, већ и да се развије способност мишљења ученика. Пожељно је да се избегавају задаци у којима се сувише времена троши на обављање сложених математичких операција јер ученици тада губе вољу за решавањем задатака. Задатке треба изабрати на такав начин да се могу разумети услови, како би ученици лако одвојили битно од небитног и уочили физичке законе који се користе у решавању задатака. Да би се физички закони разумели на правилан начин потребно је ученицима задати задатке од лакших ка тежим, уз поштовање поступности и систематичности.

Основни проблем са методиком вежбања рачунских задатака у нашој школској пракси је та да ученици суштински не науче да решавају задатке, него се решавање задатака своди на то да користе формуле према непознатим величинама. Такав начин рада није добар, јер се на тај начин само праве формални покушаји и пробе а не улази у саму проблематику. Карактеристика постојећих збирки задатака је да се њима дају готова решења, дата или као комплетно решење или само указују који се физички закони користе, тј. формуле, помоћу којих се добија одговор на постављени задатак.

Када не постоји комплетно решење задатка врло често се јавља проблем одакле почети са његовим решавањем. Врло често није проблем како користити неки закон, већ који закон одабрати. Умети изабрати прави закон управо показује колико су ученици овладали конкретном тематиком, а уједно је и доказ о дубини разумевања физике. За ученика је најтеже да, уколико знају алгоритам решавања, објасне зашто баш примена употребљеног закона доводи до решења задатка, а не неки други закон.

Циљ решавања рачунских задатака није доћи до решења што пре, већ поновити, уопштити, проверити знање и развијати мишљење. За решавање задатака потребна је систематичност, а она се може стећи ако наставник стално захтева да се задаци решавају тако да се потребне операције обављају увек утврђеним редоследом. При томе такав начин рада не представља коришћење прописане рецептуре, него је само подршка и олакшање ученику. Није у питању шаблонско решавање задатка већ само потреба за постојањем анализе и дискусије задатка, а то ће се најлакше научити ако се поштује систематичност.

3.3. Графички задаци

У настави физике често се одређују функционалне зависности међу величинама које карактеришу објекте, појаве. На основу функционалне зависности међу величинама дефинишу се узајамне везе међу објектима и појавама. Графичка представа функционалне зависности је веома очигледна и приступачна за анализу. График, на релативно једноставан начин открива и физичку законитост. У низу случајева, кад знање из математике код ученика није на одговарајућем нивоу, графички могу да буду приказани неки процеси (на пример, рад променљиве силе), који се, тек, на каснијим стадијумима (вишим нивоима наставе физике) могу изразити аналитички.

Из анализе графика могу да се добију значајни подаци: тренутне, средње, максималне и минималне вредности физичких величина (чак и оних величина које се не могу непосредно мерити), које се могу користити за решавање сложенијих задатака. Графички прикази кретања и процеса у једном референтном систему могу да се „пресликају“ у систем с другим координатним осама. Такви задаци су нарочито интересантни у термодинамици у приказивању функционалне зависности међу параметрима стања термодинамичког система.

Графички задаци имају вишеструко значење:

- графикони много очигледније показују зависност и односе међу физичким величинама него што се то може уочити код функционалних веза;
- развијају не само мишљење и памћење ученика него и посматрачке способности и моторне радње;
- стичу се и развијају навике прецизног, педантног и брзог цртања;
- развија се вештина и осећање за графичко приказивање разних односа и веза међу величинама;
- доприносе дубљем разумевању физичких величина и закона;
- унапређују политехничко образовање ученика, њихову техничку и радну културу припремајући их тако за професионални позив;
- припремају ученике за успешније извођење лабораторијских вежби и демонстрационих огледа;
- нумеричке вредности неких физичких величина или константи једноставно се добијају графичким путем;
- графичким путем могу да се представе, као што је речено, и неке функционалне зависности међу величинама (параметрима) иако нам није познат њихов аналитички израз.

Разна графичка вежбања и „читање графика“ могу да се користе у свим областима или одељцима физике и на свим нивоима њене наставе.

Треба имати на уму да само цртање графика, без њихове анализе, није довољно да се искористе све методске могућности које пружају графички задаци.

Графички задаци су заступљени у свим постојећим збиркама задатака за основне и средње школе.

3.4. Експериментални задаци

Изузетно велику мисаону активност, практичну вештину, умеће и самосталност у раду исказују ученици при решавању експерименталних задатака. Нажалост, ова врста задатака још увек нема одговарајуће место у садашњој настави физике.

Подаци за решавање експерименталних задатака добијају се непосредно из огледа путем мерења физичких величина, чије је вредности потребно знати с обзиром на услове задатка.

У експерименталне задатке могу да се уброје и неки квалитативни задаци. Њихово решење обично се своди на предвиђање неке физичке појаве или процеса, што се може проверити експерименталним путем.

Преимућство експерименталних задатака над текстуалним огледа се, пре свега, у томе што експериментални задаци не могу бити решени формално, без осмишљавања физичке појаве, процеса. Али, без обзира на значај експерименталних задатака и њихову улогу у верификацији теоријских знања и који знатно доприносе избегавању формализације знања, где се често тражи „спасоносна формула“, они ипак, не могу да замене текстуалне задатке. С правилним избором нужно је комбиновати текстуалне, графичке и експерименталне задатке, тако да њихово решавање доводи до комплементарних и кохерентних ефеката. Само на тај начин може да се обезбеди формирање знања, вештина и навика, који убрзано развијају учениково мишљење и чине наставу физике успешном.

Експериментални задаци могу бити веома различити по „тежини“, али треба водити рачуна о томе да буду примерени узрасту и предзнању ученика. Зависно од садржаја и циља, користе се:

- задаци код којих се експеримент изводи да би се проверила тачност решења које се добија теоријским, рачунским или неким другим путем;
- задаци са елементима истраживачког карактера;
- у експерименталне задатке могу да се, као што је речено, уброје и задаци-питања, чија се решења свде на предвиђање неке физичке појаве, процеса у току демонстрирања.

Експериментални задаци се користе за проверавање знања, умења, вештина и навика.

У савременој настави физике доста пажње поклања се домаћим експерименталним задацима. Они треба да буду прилагођени тако да могу да се реше у домаћем амбијенту у којем се једва могу наћи: мензура, левак, вага, термометар,

часовник, лупа, лењир, компас, неки мерни уређај и слично. За неке огледе ученици могу и сами да израде: клатно, висак, апарат за електролизу, разне елементе из области радио-технике итд.

Решавање експерименталних задатака садржи следеће етапе (фазе):

- постављање задатка;
- анализа услова задатка;
- мерења;
- обрада добијених резултата;
- проверавање решења;
- коментар добијеног резултата са уопштавањем.

3.5. Домаћи задаци

Настава физике нужно претпоставља домаће задатке. То је један од основних облика самосталног рада који представља природан и логичан наставак наставног часа. Они омогућавају да ученици спонтаније испоље, потврде своје знање, могућности и способности у домаћем „природном амбијенту“. Обично се задају у оквиру сваког наставног часа. Задаци треба да буду примерени и по „тежини“ и обиму и усклађености са актуелним садржајем наставе. Они не могу да буду одабрани случајно, већ тако да омогућавају ученицима да дубље и конкретније разраде и схвате физичке појаве и њихове законитости. Наставник треба да зна која места у наставној грађи треба да буду „покривена“ домаћим задацима. То се односи како на теоријске проблеме, тако и на техничко-практичну примену усвојеног знања.

Без обзира на то колико били савремени наставни часови физике, они су временски ограничени. За самостално увежбавање, понављање пређеног градива, његову конкретизацију, примену у пракси и животу, самооцењивање сопственог знања, увек недостаје време. Домаћи задаци, све то, у одређеним размерама надокнађује. Они су на тај начин, у извесном смислу продужени облик наставе, неопходан за добијање солиднијих, дубљих и трајнијих знања.

Садржај домаћих задатака зависи од много фактора: програма наставе физике, предзнања ученика, њихове зрелости, начина интерпретације наставног градива, интересовања ученика за физику или за њене поједине области, о томе колико наставник инсистира на конкретизацији знања, примени тога знања у техници, пракси... Домаћи задаци треба да се задају тако да поступно изражавају сложеност наставне грађе (у почетку једноставнији, а касније све сложенији задаци). Долазе у обзир све врсте задатака: квантитативни, квалитативни, графички, експериментални, као и задаци техничко-практичног карактера.

Позитивни ефекти домаћих задатака претпостављају добру организацију наставе, предзнање и припремљеност ученика, правилан избор задатка, проверу,

анализу резултата, адекватно вредновање и оцењивање, доношење одређених закључака и предузимање мера у циљу даљег унапређивања овог облика наставног рада.

Садржај домаћих задатака треба да буде провокативан, изазован, да буди ученикову радозналост и интересовање. Задаци не смеју бити стереотипни, формални и преоптерећени сложеним математичким операцијама које више замагљују него што откривају физичку суштину проблема. Разноврсност домаћих задатака и њихова осмишљена поставка, занимљиви ток решавања с реалним резултатима у сагласности с различитим дидактичко-методичким захтевима, обогаћују наставу физике.

Сваки наставник, независно од нивоа наставе, на почетку школске године треба да каже ученицима које су њихове основне обавезе и задаци у вези са изучавањем физике, као и оне које се односе на домаће задатке. Препорука је, независно на модел школе, да сваки ученик има посебну свеску за домаће задатке. У њој би били прегледно убележени датум израде домаћег задатка, редни број задатка, прецизна формулација поставке, поступак решавања задатка и коментар добијеног резултата. На основу тога може да се има увид у прегледност, уредност и систематичност рада. Једном петнаестодневно или месечно треба направити општи преглед свесака с домаћим задацима. У три месеца најмање једном направити детаљну анализу тих свесака с критичким освртом сваког рада појединачно. Уз одговарајући коментар дати и оцену рада која треба да утиче и на укупну оцену из физике. (Свеске се обично носе кући на два до три дана.)

Домаће задатке треба задавати после обрађене теме (два до три задатка). Међутим, њихов број у оквиру једног домаћег задатка не треба строго ограничавати. Број задатака и њихова „тежина“ треба да буду диференцирани у зависности од тога да ли су намењени надареним, „просечним“ или ученицима са мањим могућностима. У тој деоби не треба правити оштру границу. Ученику допустити да се определи коју од понуђених група задатака жели да прихвати. У међувремену опредељење може и да се измени и да ученик пређе из једне у другу групу. Свакако, треба укључити обавезни минимум броја задатака, док њихову горњу границу не треба лимитирати. Нека постоји трка, такмичарски дух у погледу избора и броја задатака (не рачунајући оне задатке на које наставник обавезује ученике).

Педагошки, образовни и васпитни ефекти домаћих задатака увећавају се, као што је истакнуто, ако наставник систематски контролише и оцењује домаће радове. То се спроводи на свим нивоима наставе физике. Ово доприноси утемељивању знања, навика, обавеза и одговорности и неизбежно подстиче ученике на самосталан рад.

У последње време у настави физике практикује се (што има одређене ефекте) да се у својству домаћих задатака задају и такви сложени, проблемски задаци који захтевају дужи временски период решавања. То су обично креативно-стваралачки или конструктивни задаци.

4. Методика решавања рачунских задатака

Решавање задатака не треба посматрати као замењивање ознака бројевима, прелиставање књиге док се не нађе образац који изгледа да може да се употреби или неког урађеног примера који личи на задатак. Задаци имају сврху да омогуће да ученици установе да ли разумеју одређено градиво након што су чули предавање и проучили текст уџбеника. Пре него што се прихвате задатка морају научити градиво, а не само прочитати толико да би могли да раде задатке. Немогуће је очекивати да ће се решавањем одређеног броја задатака покрити свака важна чињеница.

Процес решавања задатка требао би да садржи следеће кораке (етапе):

1) Читање задатка и прегледно записивање датих, потребних и тражених података

Подаци се уписују један испод другог истовремено док се задатак чита. Ова етапа задатка је јако важна јер ако се нека од задатих величина превиди то може довести до потпуног другог тока у решавању задатка. За физичке величине подаци се дају цифарски, понекад у општим бројевима или као услов који се може математички исказати. Када су сви задати подаци записани подвлаче се и наставља са следећом етапом.

2) Ако је то могуће израда помоћног цртежа уз скраћено понављање захтева задатка

Понављање захтева своди се на цртање слика не само када она није дата у задатку, него и када је слика саставни део задатка. На овој етапи треба увек инсистирати, јер се тиме показује степен разумевања задатка, што је неопходно.

3) Анализа услова и потрага за идејом за његову израду

Ова етапа своди се на утврђивање постојеће повезаности датих услова задатка и тражених захтева са циљем да се преко употребе познатих величина одреде непознате величине које се у задатку траже. Овде се утврђују релевантне узрочно – последичне везе и изражавају у математичком облику као једна или ако је то потребно више једначина.

4) Добијање решења

За разлику од претходне етапе ова етапа представља етапу математичке природе. Да би се решење добило потребно је извршити низ операција које омогућују да се тражена непозната изрази преко познатих величина. Треба инсистирати да се задатак увек решава у општим бројевима (ознакама) да би се решење такође изразило у општим бројевима.

5) Провера решења свођењем јединица или вршење димензионе провере

Најлакше је при изради задатка са десне стране израза уз бројне вредности свести јединице и ако се у том случају не добије тражена јединица вероватно је у неком кораку направљена грешка, која може бити случајна или је поступак решавања

погрешан. У сваком случају мора се извршити корекција, најбоље понављајући етапу по етапу, јер се често грешка не може увидети читајући само претходни ред задатка.

6) Замена бројних вредности и процена реда величине резултата потом израчунавање

Ако су јединице добро сведене врши се замена бројних вредности и детаљно израчунавање у циљу коначног решења задатка. Ако се пре израчунавања бројне вредности грубо процени ред величине и ту настану одступања, треба извршити поновну проверу. Подаци морају бити изражени у SI јединицама, изузев оног случаја када су и у бројиоцу и у имениоцу величине исте природе. Увек треба водити рачуна о начину писања резултата с обзиром на тачност датих података.

7) Дискусија решења

Ова етапа подразумева одговоре на следећа питања: „Да ли резултат има физички смисао? Да ли постоји могућност да се задатак реши на други начин?“

Ако се не води рачуна о физичком смислу ученици ће добијати резултате који неће одговарати стварности и врло често ће то значити да нису довољно добро савладали теоријске основе да би решили задатак. Недостатак разумевања физичког смисла често иде у прилог томе да се задатак ради механички, без размишљања и не водећи рачуна о томе шта као резултат треба добити.

Јако је важно са ученицима размотрити да ли је могуће задатак решити и на неки други начин, јер се често дешава да не постоји само један начин да се задатак реши. Треба указати на предности и недостатке примењеног поступка. Овај део етапе треба форсирати јер ће се тиме код ученика развијати начин размишљања који је потребан у природним наукама.

5. Критеријум сложености задатака

Постоје два критеријума сложености задатака: субјективни и објективни. Субјективни како само име каже је критеријум који се ослања на субјективну процену ученика или наставника. Задатак је тежак или лак у зависности да ли га је ученик знао да уради или не. Објективне критеријуме процене тежине задатака можемо поделити у две групе: апсолутне и релативне.

Апсолутни критеријум сложености се ослања на број логичких и математичких операција које треба применити у решавању задатака. Задаци који се састоји од мањег броја математичких операција су задаци са мањим степеном сложености, тј. лаки задаци.

Релативни критеријуми сложености приказују степен повезаности математичких и логичких операција. Код једноставних задатака користе се логичке и математичке операције које већина ученика може и зна да примени. За решавање

задатака већег степена сложености користе се операције које користе они ученици који имају склоност ка лакој решавању компликованих проблема из физике.

Задатке уопште према степену сложености можемо поделити у три нивоа:

Први ниво чине задаци са најмањим степеном сложености. Овој групи припадају задаци за чије решавање потребно неколико стандардних математичких и једна или две логичке операције.

Други ниво су задаци већег степена сложености. Овој групи припадају задаци за чије је решавање потребно неколико математичких операција, од којих не морају све бити стандардне и број логичких операција је углавном три. Ови задаци су често везани за другу наставну тему која се учи исте школске године.

Трећи ниво су задаци са највећим степеном сложености. Број логичких операција се у овим задацима повећава и користе се усвојена знања из претходних година школовања. Овакви задаци се најлакше решавају уз помоћ слике. Поједини задаци уз текст подразумевају слику коју аутор задатка даје.

6. Наставни план и образовни стандарди

Овај мастер рад намењен је наставницима физике у основној школи. Наставна тема се обрађује у седмом разреду у настави физике. Наставна тема се обрађује у другом делу првог полугодишта. Може се рећи да се ова наставна тема директно надовезује на претходну

у којој је изучавано равномерно променљиво праволинијско кретање. Што се тиче рачунских задатака они највише и користе формуле из претходне наставне теме. Зато је важно савладати и константно обнављати научено.

У склопу наставне теме *„Кретање тела под дејством силе теже и силе трења“* обрађују се следеће наставне јединице:

Редни број наставне теме	Редни број часа	Наставна јединица	Тип часа
II	26.	Убрзање при кретању тела под дејством силе теже. Галилејев оглед. Слободно падање тела, бестежинско стање	Обрада
II	27.	Убрзање при кретању тела под дејством силе теже. Галилејев оглед. Слободно падање тела, бестежинско стање	Утврђивање
II	28.	Хитац навише и хитац наниже	Обрада

II	29.	Хитац навише и хитац наниже	Утврђивање
II	30.	Кретање тела под дејством силе теже	Утврђивање
II	31.	Сила трења (трење мировања, клизања и котрљања)	Обрада
II	32.	Сила отпора средине	Обрада
II	33.	Сила трења, сила отпора средине. Утицај ових сила на кретање тела	Обрада
II	34.	Сила трења, сила отпора средине. Утицај ових сила на кретање тела	Утврђивање
II	35.	Одређивање убрзања тела које слободно пада	Лабораторијска вежба
II	36.	Одређивање коефицијента трења клизања	Лабораторијска вежба
II	37.	Кретање тела под дејством силе теже. Сила трења	Провера знања

Са бестежинским стањем, силом трења и силом отпора средине су се ученици сусрели у шестом разреду, па је пожељно подсетити се наученог и додатно, у складу са планом и програмом, проширити то знање. Ученике увек треба подстицати да повезују ново градиво са већ наученим. Коси хитац, као један од видова кретања тела под дејством силе теже, се не обрађује у склопу градива основне школе, мада ученицима треба напоменути да оно постоји и да ће се у даљем школовању срести са њим.

Образовни стандарди описују шта се од ученика очекује на одређеном нивоу. План и програм, поред тога што одређује садржај, описује и исходе тог садржаја. Прецизније, говори шта ученици треба да постигну примењујући школски програм. Сваки стандард означен је великим словима ФИ и бројем нивоа стандарда, бројем области и редним бројем исказа у области за одређени ниво.

Образовни стандарди су дефинисани за следеће области:

- Механика
- Топлотна физика
- Електромагнетизам
- Таласи и оптика
- Структура материје
- Мерење

У наставној теми „Кретање тела под дејством силе теже и силе трења“ појављују се следећи стандарди подељени по нивоима:

Назив наставне теме	Укупан број часова	Основни ниво	Средњи ниво	Напредни ниво
2. Кретање а дејство е и силе и а	5+7	ФИ.1.1.1. Ученик уме да препозна гравитациону силу и силу трења које делују на тела која равномерно, зна да је гравитациона сила узрок падања тела а сила трења зауставља тело јер се супроставља кретању тела. ФИ.1.2.1. Ученик уме да препозна врсту кретања према облику путање (вертикални хитац). ФИ.1.7.1. Ученик поседује основне способности за рад у лабораторији (при израду лабораторијских вежби које се односе на ову тему). ФИ.1.7.2. Ученик уме да се придржава правила понашања у лабораторији.	ФИ.2.1.2. Ученик зна основне особине гравитационе силе, зна да је увек привлачна и да зависи од масе тела теже. ФИ.2.6.1. Ученик разуме и примењује директну и обрнуту пропорционалност. Пример: Како сила трења зависи од тежине тела. ФИ.2.7.2. Ученик уме да врши једноставна уопштавања и систематизацију резултата (изводи закључак од чега зависи сила трења као и врсте трења).	ФИ.3.2.1. Ученик уме да примени однос физичких величина које описују слободни пад и вертикални пређени пут и брзину код наведеног кретања). ФИ.3.7.1. Ученик уме да донесе закључак на основу резултата мерења (мерење гравитационог убрзања при слободном падању и коефицијента трења клизања. ФИ.3.7.2. Ученик самостално изводи огледе, поставља питања и даје одговоре, доноси закључке.

7. Теоријски увод

7.1. Убрзање при кретању тела под дејством силе теже. Галилејев оглед

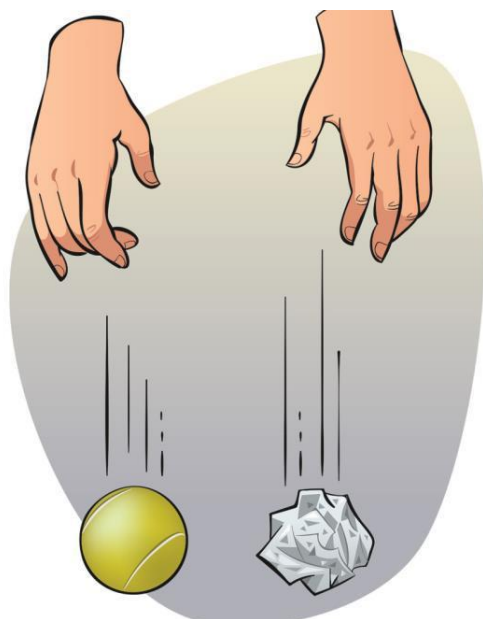
Закони физике нас понекад збуњују јер нам се чини да нису у складу са нашим искуством. Чак и после више од 400 година од Галилејевог огледа изведеног са кривог торња у Пизи има оних који и даље сматрају да брзина којом тела падају зависи од њихове масе. Другим речима, успоставило се погрешно мишљење да тела веће масе падају брже од тела мање масе. Одакле потиче то убеђење?



За почетак, изведимо једноставан оглед. Са исте висине у истом тренутку пустимо да падају хоризонтално постављен лист папира и оловка. Оловка ће стићи до подлоге пре папира. Огледи слични овом могу нас навести на погрешан закључак да тела веће масе падају брже од тела мање масе. Да ли је овде заиста реч о маси? (слика 7.1)

Слика 7.1. Шта брже пада?

Изведимо још један оглед, који би требало да нам укаже на грешке које смо направили приликом извођења претходног закључка. Пустимо истовремено са исте висине да падају тениска лоптица и папир згужван у лопту исте величине. Упркос томе што су њихове масе различите, ова два тела пашће на земљу у исто време (слика 7.2).



На основу претходних огледа можемо закључити да маса тела не утиче на брзину падања. Ипак остаје нејасно зашто нека тела падају брже, а друга спорије.

Тела која смо користили у последњем огледу имају приближно исти облик. На свако тело, док пада, делује сила Земљине теже, али и отпор средине (ваздуха). Отпор ваздуха зависи од облика и површине попречног пресека тела, који је нормалан на правац кретања (чеона површина). Што је чеона површина већа, већи је и отпор ваздуха.

Слика 7.2. Тела исте величине падају истовремено

Хоризонтално постављен папир има највећу површину, па зато најспорије пада, док оловка има мању површину и брже стиже до подлоге. Кугле исте величине падају истовремено јер на њих делује исти отпор ваздуха.

А шта би се десило да нема отпора ваздуха, тј. да тела падају у безваздушном простору? Експерименти су показали да би, у том случају, сва тела пуштена у истом тренутку са исте висине истовремено пала на подлогу. У ову тврдњу можемо се и сами уверити помоћу једноставног уређаја који се назива Њутнова цев. У цеви са вакуумом нема отпора ваздуха. Дакле, на тела у том случају делује једино сила Земљине теже.



Слика 7.3. Њутнова цев

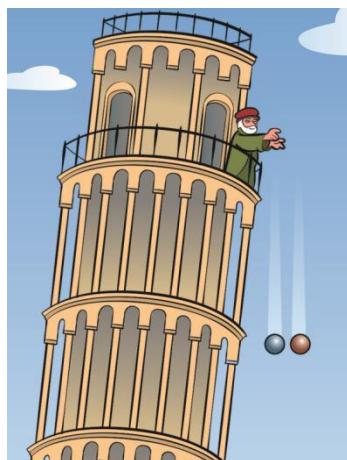
Запитајмо се сада како се крећу тела која су изложена само дејству силе теже, на пример, тела која падају. На основу Другог Њутновог закона знамо да се тела на која делује нека стална сила крећу равномерно убрзано (или успорено). Из огледа са Њутновом цеви можемо закључити да сва тела која падају у вакууму исту висину пређу за исто време. То значи да се крећу истим брзинама, односно са истим убрзањем. Дакле, сва тела под дејством Земљине теже крећу се са итим убрзањем.

У близини Земљине површине бројчана вредност овог убрзања је константна и износи 9,81

^{/2}. Због изузетне важности и честе употребе ово убрзање је добило посебну ознаку, мало латинично слово g , и посебан назив – убрзање Земљине теже.

Према томе, Други Њутнов закон примењен на тело које се креће под дејством силе Земљине теже можемо записати на следећи начин:

Овде је F интезитет силе Земљине теже, m је маса тела, а a убрзање Земљине теже.



Слика 7.4. Галилејев експеримент

Овај важан закључак први је формулисао Галилео Галилеј. Он је око 1590. године са кривог торња у Пизи (слика 7.4) извео чувени експеримент који је доказао да сва тела падају са истим убрзањем. Галилеј је са врха торња истовремено пуштао кугле различитих маса, али исте величине. Кугле су доспевале на тло у истом тренутку, јер је на све њих деловао приближно исти отпор ваздуха. До тада се веровало да теже ствари падају брже.

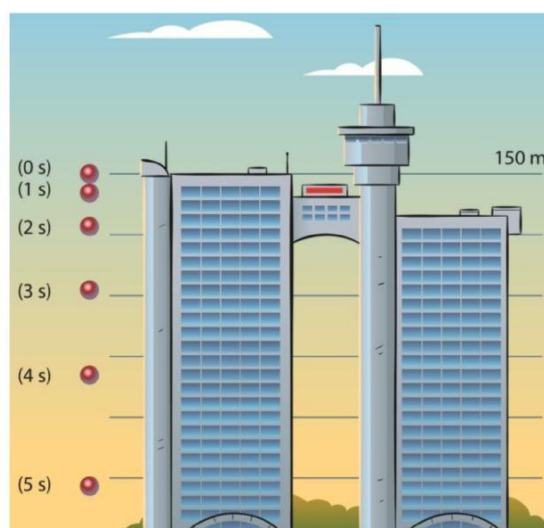
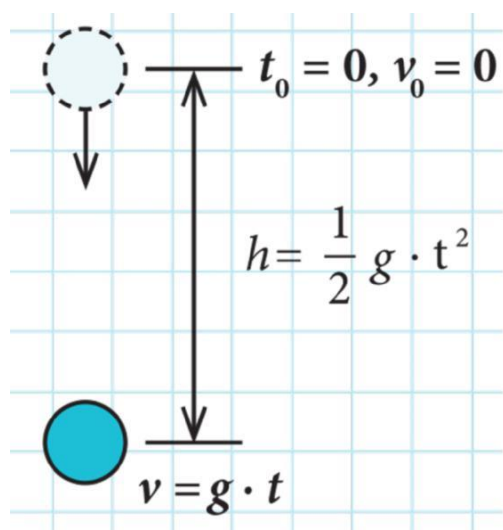
7.2. Слободно падање тела. Бестежинско стање

Тела која се пуне са одређене висине падају на тло под дејством силе Земљине теже. Током кретања, на њих делује и отпор ваздуха смањујући им брзину. У многим примерима отпор ваздуха је толико мали да се може занемарити. Тада можемо рећи да се тело креће само под дејством силе теже и да је његово убрзање стално. Уколико је почетна брзина тела једнака нули, такво кретање називамо слободан пад.

Да бисмо одредили брзину коју тело при слободном падању достиже у сваком тренутку времена, можемо искористити формулу за равномерно убрзано кретање, уз чињеницу да је почетна брзина једнака нули:

Имајући у виду то да је убрзање једнако убрзању Земљине теже, добићемо формулу за брзину тела при слободном паду:

На основу формуле можемо закључити да брзина тела зависи само од времена падања, не и од масе тела.



Слика 7.5. Слободан пад (лево) и слободно падање лопте (десно)

На сличан начин долазимо и до формуле за пређени пут при слободном паду. Будући да је тај пут заправо висина, уместо ознаке користићемо ознаку за висину h (слика 7.5 лево):

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

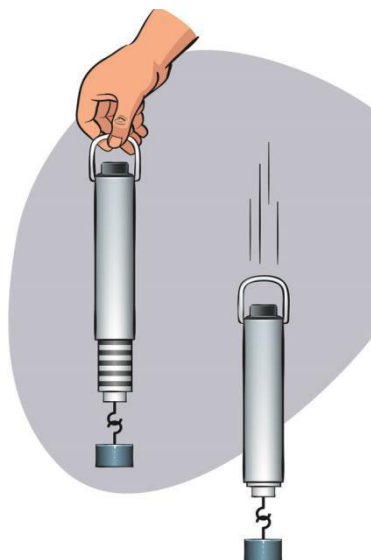
На слици 7.5 десно илустровано је слободно падање лопте са врха зграде чија висина износи 150 метара. У табели 7.1 приказане су вредности брзине и пута који тело пређе током првих пет секунди слободног падања.

Табела 7.1. Зависност брзине и пута од времена при слободном падању тела

t	0	1	2	3	4	5
v	0	9,81	19,62	29,43	39,24	49,05
h	0	4,9	19,62	44,15	78,48	122,63

Лако је уочити то да се брзина у свакој секунди увећава за 9,81 /с. Притом, пређени пут се увећава још брже јер је директно сразмеран квадрату времена.

Тежина тела је једнака сили којом тело затеже конач о коме виси или притиска хоризонталну подлогу на којој се налази. Ако тих сила нема, нема ни тежине.



Колика је тежина тела које слободно пада? Одговор потражимо у огледу који следи. Окачимо тег о динамометар. Опруга се истеже и са скале можемо очитати тежину тег. Затим пустимо динамометар са тегом да пада. Скала се повлачи (враћа) у кућиште динамометра, односно показује да је тег остао без тежине! Закључујемо да тела немају тежину док слободно падају, тј. она се налазе у бестежинском стању.

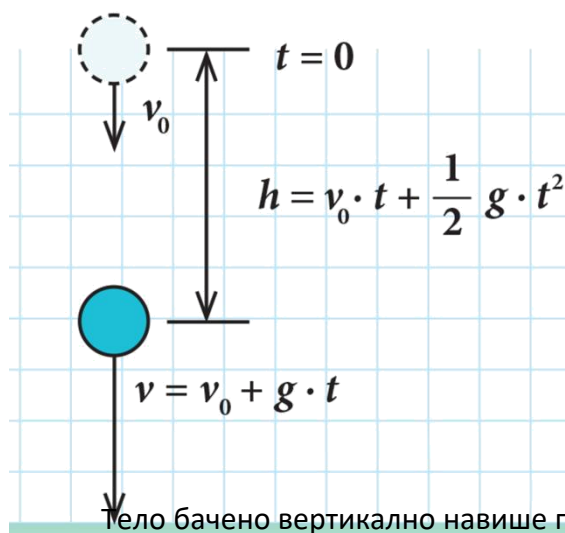
Слика 7.6. Илустрација огледа којим се одређује тежина тела

7.3. Хитац наниже и хитац навише



Ако тело пустимо да пада, реч је о слободном паду. Међутим, ако притом делујемо на њега додатном силом, саопштавајући му почетну брзину у вертикалном правцу, такво кретање називамо **вертикални хитац**. Уколико је почетна брзина усмерена на доле, то је **хитац наниже**, а ако је усмерена нагоре, реч је о **хицу навише**. Када кошаркаш води лопту ударајући њоме о подлогу (слика 7.7), имамо пример хица наниже. Ако би лопту бацио увис, то би био хитац навише.

Слика 7.7. Пример хица наниже - вођење лопте



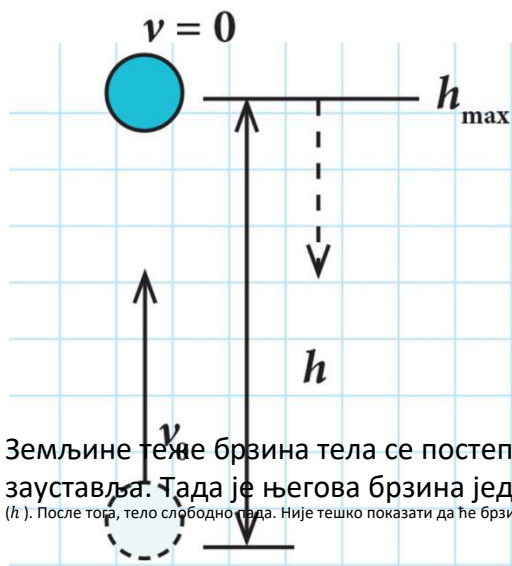
Слика 7.8. Хитац наниже

Код хитац наниже тело се креће, као и при слободном паду, равномерно убрзано са убрзањем g , с тим што је овде почетна брзина различита од нуле (слика 7.8). Имајући то у виду, можемо написати формуле за израчунавање брзине и пређеног пута тела у било којем тренутку времена:

$$v = v_0 + g \cdot t$$

$$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Тело бачено вертикално наниже представља хитац наниже. Пример за ову врсту кретања је жонглирање лоптама.



Слика 7.9. Хитац нанише

Будући да при оваквом кретању сила Земљине теже делује супротно од смера кретања тела, кретање ће бити равномерно успорено. На основу другог Њутновог закона можемо закључити да негативно убрзање (успорење) износи $9,81 \text{ m/s}^2$ јер на тело делује сила Земљине теже ($F = m \cdot g$). Да би се разумела оваква врста кретања, треба отклонити заблуду да се тело креће нагоре под дејством наше руке. Сила којом смо деловали на тело престала је оног тренутка када се оно одвојило од наше шаке, а наставило је да се креће по инерцији. Услед деловања силе

Земљине теже брзина тела се постепено смањује и оно се у једном тренутку зауставља. Тада је његова брзина једнака нули (слика 7.9), а висина максимална (h_{max}). После тога, тело слободно пада. Није тешко показати да ће брзина тела, када се врати у почетни положај, бити једнака брзини којом је бачено.

Користећи формуле за равномерно успорено кретање, долазимо до израза за брзину и висину коју тело достиже при кретању вертикално нанише:

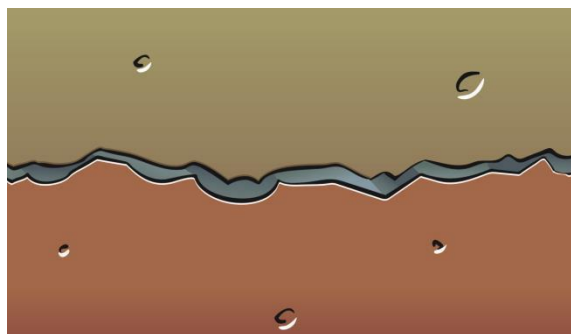
$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

На основу формуле за брзину можемо одредити време за које тело достиже максималну висину, а затим, уношењем тог времена у израз за висину, одредити и његову највећу, максималну висину, h :

Максимална висина до које ће тело dospети зависи само од његове почетне брзине, не и од масе. За кретање у супротном смеру (наниже) примењују се формуле за слободан пад.

7.4. Сила трења и сила отпора средине



Слика 7.10. Додирне површине тела увећане микроскопом

Трење се јавља између додирних површина тела када се једно од њих креће у односу на друго. Узрок томе су неравнине које постоје на површинама које се додирују. Иако те површине углавном

изгледају глатко, под микроскопом заправо можемо видети да нису (слика 7.10). При кретању тела, мала испупчења једне површине улазе у удубљења друге и на тај начин отежавају кретање. Између углачаних површина трење је мање него међу храпавим површинама. Међутим, ова тврдња није увек тачна. Неке врло глатке површине, на пример, стаклене, карактерише веома изражено трење. Дакле, оно зависи и од саме супстанције од које су тело и подлога израђени.

Трење може бити и корисно и штетно. Корисно је код: кочења, седења, употребе рачунарског миша итд. Штетно може бити и ако је премало (вожња по мокрим и клизавим путевима) и ако је велико (делови машина се хабају током рада).

Трење се супроставља кретању. При сваком померању тела јавља се сила трења, која делује у смеру супротном од смера кретања. Сила која се јавља при узајамном померању додирних површина тела назива се **сила трења клизања** (динамичко трење). Када на покренуто тело престану да делују друге силе, оно ће се услед дејства силе трења пре или касније зауставити.

Међутим, трење постоји и када нема кретања. Претпоставимо да дечак, као на слици 7.11. лево, покушава да помери сто тако што на њега делује малом силом. Сто се неће померити зато што између стола и подлоге у супротном смеру делује сила трења, која је истог интензитета. Та сила се назива **сила трења мировања** (статичко трење). Са повећањем силе којом дечак делује на тело повећава се и сила статичког трења. У једном тренутку, када сила дечака постане довољно велика, сто ће се покренути.

Може се запазити да је интензитет силе који је потребан да се тело покрене већи од силе потребне да одржава тело у стању равномернoг праволинијског кретања (слика 7.11. десно).



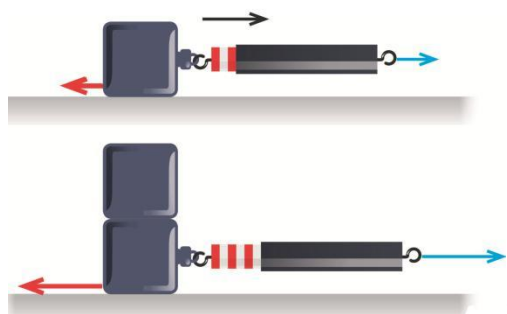
Слика 7.11. Дечак покушава да помери сто (лево) и сила трења мировања је већа од силе трења клизања (десно)



Један од најважнијих изума у историји човечанства свакако је точак. Још од давнина су људи уочили да ће велике терете лакше преместити са једног места на друго ако употребе точкове. У том случају, при кретању између точка и подлоге јавља се **сила трења котрљања**. Ова сила је знатно мања од силе трења клизања. Због тога на тело са точковима треба деловати мањом силом него на тело које клиза по подлози.

Слика 7.12. Трење котрљања

Величина која карактерише утицај датог материјала на силу трења назива се **коэффициент трења**. Увек се одређује у односу на два материјала који су у узајамном додиру. Дакле, интензитет силе трења зависи од углачаности додирних површина тела и подлоге и врсте супстанција од којих су изграђене. Та зависност се исказује преко коефицијента трења. Када се креће по хоризонталној подлози, сила трења је директно сразмерна његовој тежини.



Слика 7.13. Зависност силе трења од тежине тела

Мерењем силе трења која делује на тело које се креће по косој подлози установили бисмо да је њен интензитет сразмеран сили која делује нормално на површину на којој се тело налази. Ту силу називамо нормална сила и означавамо је са F_N . Из претходно наведеног закључујемо да сила трења зависи од коефицијента трења и нормалне силе којом тело делује на подлогу. Ознака за коефицијент трења је грчко слово μ (μ). Користећи уведене ознаке, можемо написати формулу за силу трења:

Ако се тело креће по хоризонталној подлози, под дејством хоризонталне силе, нормална сила је у ствари тежина тела, тако да је $F_N = G$. У том случају, сила трења се рачуна на следећи начин:

Вредност коефицијента трења одређује се експерименталним путем и нема јединицу (бездимензиона величина). Вредности коефицијента трења између појединих материјала дате су у табели 7.2. То су позитивни бројеви мањи од јединице.

Табела 7.2. Коефицијенти трења за различите материјале

Врста материјала	Коефицијент трења
Пластика-пластика	0,6
Стакло-метал	0,5-0,7
Цигла-дрво	0,6
Дрво-метал	0,3
Гума-влажан асфалт	0,25
Гума-сув асфалт	0,9
Дрво-снег	0,14
Воскирано дрво-снег	0,04
Дрво-лед	0,05
тефлон-тефлон	0,04

На тела која се крећу кроз ваздух, воду или друге флуиде делује отпор средине, који успорава њихово кретање. Отпор средине делује као сила трења, супротно од смера кретања тела. Он зависи од **густине** флуида кроз који се тело креће. Већина нас је имала прилику да се увери у то да је трчање кроз плитку воду спорије и напорније него трчање дуж обале. Дакле, сила отпора се повећава са густином средине.

Отпор средине зависи и од **брзине** тела, тј. повећава се са повећањем брзине. Раније смо поменули да већи отпор ваздуха делује на тела веће површине. Значи, отпор ваздуха зависи и од **облика** и **површине** тела.

8. Решавање рачунских задатака

8.1. Задаци првог нивоа

1. Тело слободно пада ка земљи 3 секунде. Израчунај брзину тела после две секунде падања и непосредно пре удара о земљу. Са које је висине тело пуштено? ($\approx 10 \frac{m}{s^2}$)

Решење:

Овај задатак припада групи једноставних задатака, јер је за његово решавање потребно применити само формуле за брзину и пређени пут при слободном паду. Прво се запишу подаци:

$$t = 3 \quad t_1 = 2 \quad \underline{\hspace{1cm}}$$
$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$\begin{aligned} v_1 &= ? \\ v_2 &= ? \\ h &= ? \end{aligned}$$

Прво се може израчунати брзина тела после 2 секунде падања помоћу формуле за брзину при слободном паду:

$$v_1 = g \cdot t_1$$

Заменом бројчаних вредности у горњу формулу и израчунавањем добија се:

$$\begin{aligned} v_1 &= 10 \cdot 2 \\ v_1 &= 20 \end{aligned}$$

Затим, помоћу исте формуле може се израчунати брзина непосредно пре удара о земљу:

$$v_2 = g \cdot t$$

Пошто је време падања 3 секунде, уношењем те вредности и вредности за убрзање Земљине теже, па израчунавањем добија се:

$$\begin{aligned} v_2 &= 10 \frac{m}{s^2} \cdot 3 \\ v_2 &= 30 \end{aligned}$$

Висину са које је тело пуштено да пада се лако израчунава помоћу формуле за пређени пут при слободном паду:

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

Уношењем бројчаних вредности и израчунавањем добија се:

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (3)^2 = 45$$

2. Колико је времена потребно да новчић пуштен са врха солitera високог 180 метара падне у подножје зграде? За гравитационо убрзање узети вредност од $10 \frac{m}{s^2}$.

Решење:

$$h = 180$$

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

$$t = ?$$

Да би се израчунало колико је времена потребно новчићу да при слободном паду пређе датих 180 метара, мора се поћи од формуле за пређени пут при слободном паду:

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

Из горње формуле треба изразити време, прво множећи једначину са 2, потом се подели са g и на крају треба извући квадратни корен:

$$2 \cdot h = 2 \cdot \frac{1}{2} g t^2$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$$

До траженог резултата се долази уврштавањем бројчаних вредности и израчунавањем:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 180}{10}} = 6$$

3. Колика ће бити брзина тела и колики ће пут оно прећи након 3 ако је бачено вертикално наниже почетном брзином од 20 ?

Решење:

$$\begin{aligned} v_0 &= 20 \\ a &= 9,81 \end{aligned}$$

$$v = ?$$

$$h = ?$$

Пошто је тело бачено вертикално наниже, у питању је хитац наниже, па се задатак решава директном применом формула за брзину и пређени пут код датог кретања. Формула за брзину је:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Уврштавањем бројчаних вредности и израчунавањем долази се до тражене брзине:

$$v = 20 + 9,81 \cdot 3 = 49,43$$

До пута који ће тело прећи се долази преко формуле за пређени пут код хица наниже:

$$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a t^2$$

Уврштавањем бројчаних вредности и израчунавањем добија се:

$$h = 20 \cdot 3 + \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot (3)^2 = 104,145$$

4. Коликом почетном брзином је бачено тело вертикално наниже ако је његова брзина после 1 секунде била 30 ? Колики пут је прешло тело за то време? ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$)

Решење:

Прво се као и у сваком задатку запишу познате величине, а затим и оне које се траже као решење задатка.

$$\begin{aligned} &= 1 \\ &= 30 \\ &= 10_2 \end{aligned} \quad \underline{\quad}$$

$$\begin{aligned} t &= ? \\ h &= ? \end{aligned}$$

Као и у претходном задатку у питању је хитац наниже, али за разлику од претходног у овом задатку је непозната почетна брзина. До почетне брзине се долази ако се крене од израза за брзину и изрази се почетна брзина, дакле:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Уношењем бројних вредности и израчунавањем добија се:

$$0 = 30 - 10 \cdot t \quad | : (-10)$$

$$0 = 20 \quad | : (-10)$$

До пређеног пута се долази на идентичан начин као у претходном задатку:

$$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$h = 20 \quad | : (-10) \quad | \cdot 2$$

$$h = 25 \quad | : (-10) \quad | \cdot 2$$

5. Колику висину ће достићи делфин ако је из воде искочио вертикално навише почетном брзином од 6 ?

Решење:

$$\begin{aligned} v &= 6 \\ &= 9,81_2 \end{aligned} \quad \underline{\quad}$$

$$h = ?$$

У овом задатку се тражи висина коју ће достићи делфин када искочи из воде вертикално навише. У питању је хитац навише. Висина коју ће делфин достићи управо

одговара максималној висини коју тело достиже код хица навише. Задатак је најлакше решити помоћу формуле за максималну висину код хица навише, која је и наведена у теоријском уводу:

$$h = \frac{v_0^2}{2g}$$

Уношењем бројчаних вредности и израчунавањем долази се до тражене висине:

$$h = \frac{(6)^2}{2 \cdot 9,812} = 1,83$$

6. Када књига масе 250 грама клизи по хоризонталном столу на њу делује сила трења од 0,4 Њутна. Колики је коефицијент трења између стола и књиге? ($\approx 10 \text{ z}$)

Решење:

$$\frac{250}{10} = 25 \text{ N} = 0,25$$

$$= 0,4$$

$$= ?$$

$$= ?$$

Да би се израчунао коефицијент трења, полази се од израза за силу трења:

$$F_t = \mu N$$

Када се тело креће по хоризонталној подлози нормална сила је управо тежина тела, тако да је израз за силу трења:

$$F_t = \mu mg$$

Овај израз је и истакнут у теоријском уводу. Следећи корак је да се из горње формуле изрази коефицијент трења:

$$\mu = \frac{F_t}{mg}$$

Затим се уврштавају бројчане вредности. Приликом уношења бројчаних вредности увек треба водити рачуна да су изражене у основним јединицама, зато се маса треба претворити у килограме. Потом се израчунава и добија се вредност траженог коефицијента трења:

$$\frac{0,4}{0,25} = 1,6$$

За решење је добијена бројна вредност мања од јединице, колико би теоријски и требала бити. Коефицијент трења је по решењу бездимензиона величина, што је у теоријском уводу и назначено.

7. Коефицијент трења котрљања између сувог коловоза и точкова аутомобила је 0,05, а сила трења 600 N. Колика сила трења делује на исти аутомобил када се креће по влажном коловозу при чему се вредност коефицијента трења смањи на 0,03?

Решење:

$$\begin{aligned} f_1 &= 0,05 \\ F_1 &= 600 \\ f_2 &= 0,03 \end{aligned}$$

$$F_2 = ?$$

У овом задатку су са индексом 1 означене величине које се односе на сув коловоз, а са индексом 2 величине које се односе на влажан коловоз. Полази се од израза за силу трења код сувог коловоза:

$$F_1 = N_1 \cdot f_1$$

Одавде се може изразити нормална сила као:

$$N_1 = \frac{F_1}{f_1}$$

Сила трења која делује када се исти аутомобил креће по влажном коловозу је:

$$F_2 = N_2 \cdot f_2$$

Пошто је, као што је напоменуто, исти аутомобил у оба случаја, самим тим је и вредност нормалне силе једнака (одговара тежини тела). Заменом израза за нормалну силу из првог случаја у израз за силу трења у другом случају добија се:

$$F_2 = \frac{F_1}{f_1} \cdot f_2$$

Уношењем бројчаних вредности и израчунавањем добија се:

$$F_2 = \frac{600}{0,05} \cdot 0,03 = 360$$

8. Падобранац се креће отвореним падобраном равномерно праволинијски. Колика сила отпора средине делује на падобран ако је маса падобранца заједно са падобраном 90 килограма?

Решење: _____

$$= 90$$

$$= 9,81 \text{ z}$$

$$= ?$$

Пошто је у услову задатка дато да се падобранац креће равномерно праволинијски, по Првом Њутновом закону силе које делују на њега се узајамно поништавају. Како се падобранац креће у пољу Земљине теже, она га „вуче“ према доле, док у супротном смеру делује сила отпора средине. Дакле, вредности тих двеју сила су једнаке, тј:

$$=$$

Уношењем бројчаних вредности и израчунавањем добија се тражена вредност силе отпора средине:

$$= 90$$

$$= 882,9$$

$$\cdot 9,81 \text{ z}$$

8.2. Задаци другог нивоа

1. Са крова зграде откинула се леденица и пала је на улицу брзином од 12,53 m/s. Са које висине је пала леденица?

Решење: _____

$$= 12,53$$

$$= 9,81 \text{ z}$$

$$h = ?$$

Пошто леденица пада са крова зграде, у питању је слободан пад, па се користи формула за пређени пут при слободном паду како би се нашла тражена висина:

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

У горњој формули је непознато време, али пошто је у задатку дата брзина којом леденица удара од земљу, преко израза за брзину при слободном паду може се доћи до непознатог времена:

$$v = g \cdot t$$

Заменом израза за време у формулу за пређени пут, па даљим скраћивањем добија се:

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

Уношењем бројчаних вредности у последњи израз и израчунавањем добија се висина са које је пала леденица:

$$h = \frac{1}{2} \cdot (12,53 \frac{m}{s})^2 \cdot \frac{1}{9,81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h = 8,002 \frac{m}{s^2}$$

Добијену вредност се може заокружити на:

2. Тело је бачено вертикално увис почетном брзином од $30 \frac{m}{s}$. После колико времена

ће његова брзина опасти за трећину од почетне вредности? До које висине ће тело стићи у том тренутку? ($\approx 10 \frac{m}{s}$)

Решење: __

$$v_0 = 30 \frac{m}{s}$$

$$v = 10 \frac{m}{s}$$

$$v = ? \quad h = ?$$

Да би се дошло до времена за које ће брзина опасти за трећину од почетне вредности треба кренути од израза за брзину код хица навише:

$$= 0 - v_0$$

Из формуле за брзину се може изразити време:

Затим се уместо v_0 уврсти v_3 и среди израз:

$$v_3 = 0 - 2g \cdot t_3$$

$$= 3 \cdot 10 \text{ m/s}$$

Уношењем бројчаних вредности за почетну брзину и убрзање Земљине теже и израчунавањем долази се до траженог времена:

$$t_3 = \frac{v_3}{2g} = \frac{30}{2 \cdot 10} = 1.5 \text{ s}$$

Сада када је време познато, кориштењем формуле за пређени пут код хица навише, заменом бројчаних вредности и израчунавањем долази се до висине до које ће тело стићи:

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = 30 \cdot 1.5 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (1.5)^2$$

$$h = 22.5 \text{ m}$$

3. Копље је бачено са висине од 1,6 метара вертикално навише почетном брзином од 16 m/s. Колику је максималну висину досегло у односу на тло? После колико времена у односу на тренутак бацања ће пасти на земљу? ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$)

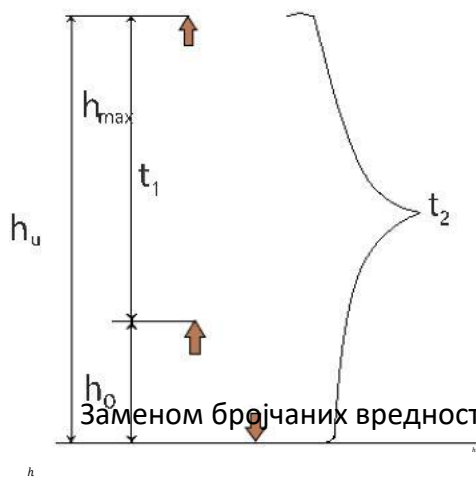
Решење:

$$h_0 = 1.6 \text{ m}$$

$$v_0 = 16 \text{ m/s}$$

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

$$h = ?$$



За решавање овог задатка може се искористити скица да се олакша његово решавање. Кад год су у питању компликованији облици кретања, скица је врло корисна. Као што се види овде постоје две врсте кретања: прво хитац навише, који завршава када се копље заустави, па потом копље слободно пада све док не удари у земљу. Да би се израчунала максимална висина које је оно достигло у односу на тло (h), мора се прво израчунати максимална висина код хица навише:

Заменом бројчаних вредности и израчунавањем добија се:

$$h = \frac{(16)^2}{2 \cdot 10} = 12,8$$

Знајући вредност ове висине, лако се долази до вредности укупне висине у односу на тло, сабирајући је са почетном висином:

$$h = h_0 + h$$

Као што је већ напоменуто, кретање копља може се раздвојити на две врсте кретања, па за сваку од њих израчунати време. Време, у односу на тренутак бацања, када ће копље пасти на земљу добија се збиром та два времена:

$$t = t_1 + t_2$$

Време 1 се односи на хитац навише и до њега се долази преко формуле за брзину код хица навише:

$$t_1 = \frac{v_0}{g}$$

Вредност брзине на крају хица навише је нула, јер се копље зауставља, па изражавањем времена из горњег израза, уврштавањем бројчаних вредности и израчунавањем се добија:

$$t_1 = 1,6$$

До времена t_2 долази се ако се искористимо формула за пређени пут при слободном паду, знајући да је пређени пут једнак укупној висини у односу на тло:

Изражавањем времена из горње формуле, заменом бројчаних вредности и израчунавањем добија се:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 14,4}{10^2}} = 1,7$$

Коначно, познавајући ова два времена, долази се до укупног времена падања копља у односу на тренутак бацања:

$$t = t_1 + t_2 = 1,6 + 1,7 = 3,3$$

4. На дрвени квадар масе 1 200 грама који се креће по хоризонталној подлози делује сила трења од 3 . Колика ће сила трења деловати на квадар ако на њега ставимо тег од 500 грама?

Решење:

$$m_1 = 1\,200$$

$$m_2 = 500$$

$$F_t = ?$$

$$F_t = ?$$

Пошто се квадар креће по хоризонталној подлози, сила трења се може израчунати по формули:

$$F_1 = \mu \cdot F_N$$

Из горње формуле може се изразити коефицијент трења:

$$\mu = \frac{F_1}{F_N}$$

У другом случају додаје се тег, тако да се маси квадра додаје маса тега, тј:

$$F_N = (m_1 + m_2) \cdot g$$

Сила трења која делује у другом случају рачуна се помоћу формуле:

$$F_2 = \mu \cdot F_N$$

Вредност коефицијента трења је у оба случаја иста, додирна површина је између квадра и подлоге, па се у последњу формулу уврштава раније добијени израз за коефицијент трења, и даљим сређивањем се добија:

$$F_2 = \mu \cdot (m_1 + m_2) \cdot g$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot (m_1 + m_2)}{m_1}$$

Уврштавањем бројчаних вредности и израчунавањем долази се до тражене вредности силе трења:

$$F_2 = 3 \cdot \frac{1200 + 500}{1200}$$

$$F_2 = 4,25$$

Напомена: У овом случају, када се у бројоцу и имениоцу налазе величине исте преириде, јединице се не морају преводити у основне, битно је само да су исте (оне се потиру).

5. Да би „закуцао“ лопту у кош, кошаркаш мора да скочи најмање 80 увис. Колика мора да буде минимална почетна брзина кошаркаша (усмерена вертикално навише) да би он успео да постигне поене „закуцавањем“?

Решење:

$$\frac{h = 80}{= 9,81} = 0,8$$

$$v_0 = ?$$

Минимална почетна брзина која се тражи у овом задатку одговара вредности за максималну висину код хица навише од тражених 80 . Да би се нашла брзина полази се од израза за h :

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Сређивањем израза по v_0 добија се:

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

Уврштавањем бројних вредности и израчунавањем добија се тражена минимална почетна брзина кошаркаша:

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,8 \text{ m}}$$

$$v_0 = 3,96 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

6. Дечак је испустио камен у море са стене високе 100 метара. Ако камен слободно пада, одредити време за које пређе другу половину пута до површи.

Решење:

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

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

$$t = ?$$

Да би се израчунало време за које камен пређе другу половину пута, прво се мора одредити време за које камен пређе цео пут. Пошто је у питању слободни пад, креће се од формуле за пређени пут при слободном паду:

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

Из горње формуле се изрази време:

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

По аналогији са целокупним путем, ~~прву~~ половину пута камен пређе за време:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$\overline{h}_{1=\sqrt{}}$$

Време за које камен пређе другу половину пута добија се ако се од укупног времена одузме време за које пређе прву половину:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} - \sqrt{\frac{h}{g}}$$

Уврштавањем бројчаних вредности и израчунавањем добија се:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 100}{9,81}} - \sqrt{\frac{100}{9,81}} = 1,32$$

8.3. Задаци трећег нивоа

1. Стрелац испали стрелу вертикално навише почетном брзином од 20 , а после 2,5

и другу за њом истом брзином. После колико времена од испаљивања друге стреле ће се ове две стреле мимоићи? ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$)

Решење: __

$$v_0 = 20 \\ \Delta t = 2,5 \\ t_2 = ?$$

$$t_2 = ?$$

Прво се мора испитати кретање прве стреле како би било познато где се она налази у односу на другу у тренутку испаљивања друге стреле. Пошто је она испаљена вертикално навише, креће се равномерно успорено и до заустављања јој је потребно:

$$v = 0$$

$$= \frac{20}{2} = 10$$

То значи да јој је до испаљивања друге стреле преостало да се креће:

$$= 2,5 - 2 = 0,5$$

У оваквим задацима, компликованијим за решавање, увек је добро искористити скицу, која може бити од велике помоћи.



На скици је прва стрела обојена у зелено, а друга у црвено. Као што се види, кретање прве стреле може се раздвојити на хитац навише и слободни пад који траје преосталих 0,5. Како би се одредило растојање h , тј. растојање између стрела у тренутку испаљивања друге стреле, мора се прво израчунати максимална висина коју прва стрела достигне, па затим и колики пут пређе приликом слободног пада. Максимална висина се израчунава из формуле за

$$h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(20)^2}{2 \cdot 10} = 20$$

Пут који стрела пређе при слободном паду је:

$$h = 20 - 10 \cdot (0,5)^2 = 18,75$$

Сада се може израчунати растојање између стрела:

$$h = h - h_0 = 18,75 - 0 = 18,75$$

Са скице се види да ће стреле до мимоилажења заједно прећи пут h , тј.:

Пут h_1 одговара првој стрели и у питању је хитац наниже:

$$h = h_1 + h_2$$

Почетна брзина v_1 у овом случају је крајња брзина на претходној деоници пута прве стреле, током које је слободно падала, па се израчунава на следећи начин:

$$v_1 = 10 \cdot 0,5$$

Пут који пређе друга стрела до мимоилажења једнак је:

$$h_2 = 0 \cdot 2 - 2 \cdot 2^2$$

Времена t_1 и t_2 су једнака, јер је то време до мимоилажења стрела. Пошто се у задатку тражи време од испаливања друге стреле, а већ је као непозната означена t_2 , убудуће се t_1 замењује са t_2 . Сада се изрази за h_1 и h_2 уврштавају у израз за h :

$$h = v_1 \cdot t_2 + \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot t_2^2 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot t_2^2$$

Примети се да су чланови који садрже квадрате времена једнаки, што значи да се потиру, тако да преостаје:

Извлачењем времена испред заграде и даљим сређивањем изрази по t_2 добија се:

$$h = (v_1 + 0) \cdot t_2$$

Уврштавањем бројчаних вредности и израчунавањем коначно се долази до времена које протекне од испаливања друге стреле до њиховог мимоилажења:

$$t_2 = \frac{18,75}{2} = 0,75$$

2. Радник се подиже отвореном дизалицом на грађевину сталном брзином од 2 . —

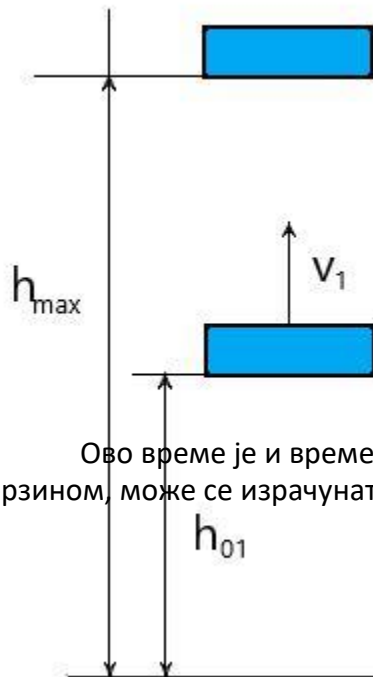
Други радник са земље баца кључеве раднику на дизалици вертикално навише почетном брзином од 10 . На којој се висини налазила дизалица када је радник бацио кључеве ако их је први радник ухватио када су се зауставили? (≈ 10 z)

Решење:

$$\begin{aligned} v_1 &= 2 \\ v_2 &= 10 \\ &= 10 \end{aligned}$$

$$h_{01} = ?$$

Величине које су обележене са индексом 1 односе се на дизалицу (првог радника), а са индексом 2 на кључеве (другог радника). Опет се црта скица.



Ово време је и време кретања дизалице. Пошто се дизалица креће сталном брзином, може се израчунати пут који је она прешла:

Познато је да је први радник ухватио кључеве када су се они зауставили, па се може израчунати време које је протекло до њиховог заустављања. Кретање кључева је хитац навише, па се користи формула за брзину код хица навише, уз услов да је крајња брзина једнака нули:

$$\begin{aligned} v_2 &= 0 \\ v_2 &= v_{02} - g \cdot t \\ 0 &= 10 - 10 \cdot t \\ t &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= v_{02} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \\ h &= 10 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} \\ h &= 5 \end{aligned}$$

Да би се одредила висина на којој се налазила дизалица када је радник бацио кључеве, мора се прво одредити висина на којој су се кључеви зауставили. У питању је максимална висина код хица навише, тј.:

$$h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(10)^2}{2 \cdot 10} = 5$$

До висине на којој се налазила дизалица се долази када се од крајње висине одузме пут који је прешла:

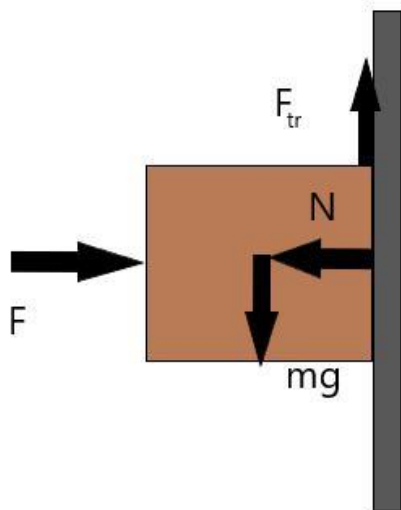
$$h_{01} = h - h_{02} = 5 - 2 = 3$$

3. Хоризонтална сила од 10 може да држи тело прислоњено уз вертикалан зид. Колика је маса тела ако је коефицијент трења између тела и зида 0,3? ($g \approx 10$)

Решење:

$$F = \frac{mg}{2} = 10$$

= ?



Да се тело не би померило, сила статичког трења о зид треба да је већа од силе Земљине теже или једнака сили земљине теже која делује на тело:

Сила трења једнака је производу коефицијента трења и нормалне силе на додирну површину. Ова сила је по Трећем Њутновом закону сила реакције сили којом треба гурати тело, па се може написати:

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

Изједначавањем ова два израза за силу трења добија се:

Решавањем последњег израза по m , уврштавањем бројчаних вредности и израчунавањем добија се тражена маса тела:

$$= \frac{0,3 \cdot 10}{10^2} = 0,3 = 300$$

4. Аутомобил се креће брзином од 54 km/h и нагло почиње да кочи. Колики је коефицијент трења ако се аутомобил зауставио након пређених 25 m ? ($\approx 10 \text{ s}$)

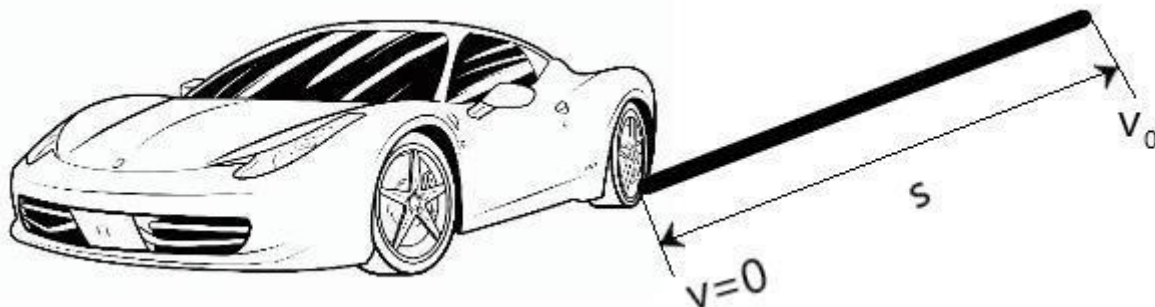
Решење:

$$= 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$$

$$= 25 \text{ m}$$

$$= 10 \text{ s}$$

= ?



На аутомобил до заустављања делује само сила трења, па је према Другом Њутновом закону:

Са друге стране, из теоријског увода је познат израз за силу трења:

Изједначавањем десних страна формула добија се:

Скраћивањем , и решавањем једначине по добија се:

Да би се израчунао коефицијент трења преостаје још да се одреди успорење. У ту сврху се користе формуле за равномерно успорено кретање:

$$v = v_0 - a \cdot t$$

Прво се из формуле за брзину (знајући да је крајња брзина једнака нули) изрази време, па се добијени израз убази у формулу за пређени пут:

$$v = 0$$

$$= \frac{0}{-a}$$

Даље следи:

$$s = v_0 t - \frac{a t^2}{2} = 0 \cdot t - \frac{a t^2}{2} = -\frac{a t^2}{2}$$

$$= -\frac{10^2 \cdot 2}{2} = -10^2$$

Из горње једначине може се изразити успорење:

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

и затим се убацити у једначину за коефицијент трења:

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

Уврштавањем бројчаних вредности и израчунавањем добија се да је:

$$= \frac{(15)^2}{2 \cdot 25} = 0,45$$

5. Сваког лета у Ужицу се одржава такмичење у скоковима са старог железничког моста у реку Ђетињу. Уплашени скакач је одлучио да се пусти са врха моста високог 43,64 без почетне брзине. Колики пут ће скакач прећи у последњој секунди свог кретања?

Решење: _____
 $h = 43,64$
 $= 9,81 \cdot t^2$

Да би се одредио колики је пут скакач прешао у последњој секунди, прво се мора одредити колико је падање трајало. Креће се од формуле за пређени пут при слободном паду:

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

и из њега се одреди укупно време:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 &= h \\ t^2 &= \frac{2h}{g} \\ t &= \sqrt{\frac{2h}{g}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \cdot 43,64}{9,81}} \\ &= 2,983 \end{aligned}$$

Затим се израчуна колики је пут прешао пре последње секунде:

где је $t_1 = 2,983 - 1 = 1,983$. Даље следи:

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot (1,983)^2$$

Коначно до пута који скакач пређе у последњој секунди долази се ако се од висине моста одузме пут који је прешао пре последње секунде:

$$h = h - h_1$$

$$h = 43,64 - 19,29$$

$$h = 24,35$$

9. Задаци за додатну наставу

1. Са крова зграде у једнаким временским интервалима $\Delta = 0,25$ откидају се капи кише и слободно падају без почетне брзине. Одредити висину крова, ако у тренутку када прва кап удари у земљу осма кап се одваја од крова. (Задатак са општинског такмичења из физике 2018. године)

Решење:

$$\Delta = 0,25 \quad \text{—}$$

$$v_0 = 0 \quad \text{—}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{—}$$

$$h = ?$$

Из текста задатка може се закључити време падања прве капи. Наиме, прва кап удара о земљу у тренутку када се осма одваја од крова, тако да је прошло седам идентичних интервала Δ , тј.:

$$t = 7 \cdot \Delta$$

Сада је лако одредити висину крова тако што се искористи формула за пређени пут при слободном паду:

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (\Delta)^2$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,25 \text{ s})^2$$

$$h = 15,02$$

2. Тело се пусти да слободно пада са висине $h = 270$ у односу на подлогу. Поделити висину на три дела 1, 2 и 3, односно одредити њихове вредности, тако да су времена кретања тела на сваком делу пута једнака. (Задатак са општинског такмичења из физике 2016. године)

Решење:

$$h = 270$$

$$t_1 = t_2 = t_3 =$$

$$t_1, t_2, t_3 = ?$$

Са се означи време кретања тела на сваком од делова пута. Тада се једначина за укупну висину може записати као:

$$h = \frac{1}{2} g t_1^2 + \frac{1}{2} g t_2^2 + \frac{1}{2} g t_3^2$$

Из горње формуле може се изразити време :

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

За први део пута важи једначина:

$$h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2$$

тако да је:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2h_3}{g}}$$

За други део пута важи једначина:

$$h_2 = \frac{1}{2} g t_2^2$$

тако да је:

$$t_2 =$$

$$h_3 = \frac{1}{2} g t_3^2$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2h_3}{g}}$$

$$2 =$$

Дужина трећег дела пута је:

$$3 =$$

$$3 =$$

$$\begin{array}{r} \overline{3} \\ 9 \\ 2 = 10 \\ 3 = \\ - 2 = 1 \\ 5 \\ 9 \\ 3 = 150 \end{array}$$

10. Закључак

Рачунски задаци су незаобилазни део наставе физике и зато се решавањем њих мора посветити посебна пажња. Врло је битно да наставник, поготово када је у питању основна школа, научи ученике правилном поступку решавања. Од почетка мора да инсистира да ученици користе све кораке (етапе) које смо и набројали у овом раду. Решавање задатака мора тећи од лакших ка тежим, где би задаци првог нивоа требали да се раде на обради новог градива, а на часовима утврђивања и вежбања задаци другог и трећег ниво, респективно. Тек кад ученици науче да раде систематично, може се рећи да кроз задатке и могу да утврде стечена знања из теорије.

У овом раду су обрађени задаци из дате наставне теме и кроз њих су покривене ситуације у којима се користе све битне дефиниције и формуле. Зато је одабир задатака круцијалан – он мора покрити целу теорију, тј. показати практичну примену теоријске основе. На тај начин ученици најбоље усвајају знање и имају умеће да га примене касније кад је то потребно.

11. Литература

1. Др Томислав Петровић, Дидактика физике – теорија наставе физике, Београд, 1994.
2. Милан О. Распоповић, Методика наставе физике, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1992.
3. Марина Радојевић, Физика – Уџбеник за 7. разред основне школе, Klett, 2016.
4. Марина Радојевић, Митко Николов, Физика – Збирка задатака са лабораторијским вежбама за 7. разред основне школе, Klett, 2016.
5. Јован П. Шетрајчић, Милан О. Распоповић, Бранислав Цветковић – Физика, збирка задатака са лабораторијским вежбама за 7. Разред основне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2005.
6. <https://www.google.com/>
7. http://takmicenja.ipb.ac.rs/?page_id=124

Биографија



Марко Стрика рођен је 27. 08. 1991. године у Сомбору. Завршио је основну школу „Никола Тесла“ у Кљајићеву 2006. године и исте године уписује природно-математички смер гимназије „Вељко Петровић“ у Сомбору, коју завршава 2010. године. Уписује физику (смер професор физике) на Природно-математичком факултет у Новом Саду, коју завршава 2017. године. Те исте године уписује мастер студије – Професор физике на истом факултету.

Од септембра 2017. године ради у основној школи у Ужицу.

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:

Мастер рад

ВР

Аутор:

Марко Стрика

АУ

Ментор:

Др Маја Стојановић

МН

Наслов рада:

Решавање рачунских задатака из физике на примерима из кретања тела под дејством силе теже и силе трења

НР

Језик публикације:

Српски (ћирилица)

ЈП

Језик извода:

српски/енглески

ЈИ

Земља публикавања:

Србија

ЗП

Уже географско подручје:

Војводина

УГП

Година:

2018

ГО

Издавач:

Ауторски репринт

ИЗ

Место и адреса:

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

МА

Физички опис рада:

11/55/0/4/19/0/0

ФО

Научна област:

Физика

НО

Научна дисциплина:

Методика наставе физике

НД

Предметна одредница/ кључне речи:

Решавање рачунских задатака, кретање тела под дејством силе теже и силе трења, слободан пад, хитац наниже, хитац навише, основна школа

ПО

УДК

Чува се:

Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду

ЧУ

Важна напомена:

нема

ВН

Извод:

ИЗ

У раду је приказана методика решавања рачунских задатака и њихова класификација по степену сложености. Такође је дата класификација задатака према методима решавања. Дат је теоријски увод и задаци из наставне теме „Кретање тела под дејством силе теже и силе трења“.

*Датум прихватања теме од НН
већа:*

ДП

Датум одбране:

13.09.2018.

ДО

Чланови комисије:

КО

Председник:

др Бранка Радуловић, научни сарадник

члан:

проф. др Милан Пантић, редовни професор

члан:

проф. др Маја Стојановић, редовни професор

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:

Marko Strika

AU

Mentor/comentor:

Ph.D. Maja Stojanović

MN

Title:

Solving computational problems from physics on the examples from the movement of the body under the influence of gravity and friction forces

TI

Language of text:

Serbian (Latin)

LT

Language of abstract:

English

LA

Country of publication:

Serbia

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2018

PY

Publisher:

Author's reprint

PU

Publication place:

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

PP

Physical description:

11/55/0/4/19/0/0

PD

Scientific field:

Physics

SF

Scientific discipline:

Didactics of physics

SD

Subject/ Key words:

Solving computational tasks, moving the body under the effect of gravity and frictional force, free fall, downhill, shot up, primary school

SKW

UC

Holding data:

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note:

none

N

Abstract:

AB

The paper presents the methodology for solving calculus tasks and their classification by degree of complexity. The classification of tasks by methods of solving is also given. Theoretical introduction and tasks from the teaching topic "Movement of the body under the action of gravity and force of friction" is given.

Accepted by the Scientific Board:

ASB

Defended on:

DE

Thesis defend board:

13.09.2018.

DB

President:

PhD Branka Radulović, research associate

Member:

Phd Milan Pantić, full professor

Member:

Phd Maja Stojanović, full professor