



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ
ФАКУЛТЕТ



Решавање рачунских задатака из наставних јединица: Равномерно и равномерно променљиво праволинијско кретање

Ментор:

Др Маја Стојановић

Кандидат:

Невена Игњатов

Нови Сад, Октобар 2016.

Велико поштовање и захвалност дугујем др Маји Стојановић за предложену тему, корисне сугестије и примедбе током израде мастер рада. На указаном стрпљењу, корисним саветима и великој помоћи. Захваљујем се члановима комисије за одбрану мастер рада.

Садржај

1. Увод	4
2. Значај, улога и квалификација задатака	5
2.1. Квалитативни задаци	6
2.2. Графички задаци	10
2.3. Експериментални задаци	16
2.4. Квантитативни (рачунски) задаци.....	23
2.5. Домаћи задаци	28
2.6. Критеријум сложености задатака	28
2.7. Анализа задатка по степенима сложености	29
2.8. Методика решавања физичких задатака	29
2.9. Зашто је потребно радити задатке из физике?	32
3. Кинематика	34
3.1. Основни појмови кинематике.....	34
3.2. Подела кретања, брзина и убрзање	36
3.2.1. Брзина	36
3.2.2. Убрзање.....	37
3.3. Равномерно праволинијско кретање	38
3.4. Равномерно променљиво праволинијско кретање	39
2.5. Примери праволинијског једнако убрзаног кретања	41
2.5.1. Слободан пад.....	41
2.5.2. Вертикални хитац	42
2.5.3. Хоризонтални хитац	43
2.5.4. Коси хитац	44
4. Рачунски задаци	46
4.1. Прва група задатака	46
4.2. Друга група задатака.....	49
4.3. Трећа група задатака	56
4.4. Четврта група задатака	61
4. Закључак	65
5. Литература	66
Биографија	67

1. Увод

Успешно познавање једне области се огледа у способности примене претходно усвојеног теоријског знања, при чему ученик ефикасно схвата и повезује појмове при решавању конкретних проблема. Примена претходно формулисаних законитости једне научне дисциплине усмерена ка решавању проблема, је најважнији циљ током едукације ученика у школском систему. Такође, правилно усвајањем информација из једне области (дефиниције, законитости, формуле) је предуслов за примену истих, где се сматра да је знање ефикасно усвојено једино када ученик уме и да га употреби. Права примена се огледа у томе када ученик успешно реши задатак са којим се при пут сусрео, користећи знање које је претходно стекао.

У настави физике потребно је користити решавање задатака који ће бити процес и метода за примену стечених знања. Успешно извођење наставе физике се не може остварити ако се претходно усвојена теоријска основа не добије свој практични смисао и не конкретизује кроз израду рачунских задатака. Рачунски задаци су идеална платформа за међусобно повезивање и доказивање теоријских претпоставки и појмова, где способност решавања задатака одређује степен разумевања и овладавањама основним физичким законима. Такође, понављањем задатака и константним вежбањем на различитим примерима се повећава шанса да се тематика детаљније разуме и знање трајно усвоји. Вежбање задатака је веома важна компонента наставног процеса. Уколико наставник на иновативан и разумљив начин објашњава задато градиво, а при томе ученик разуме и примењује га у самосталном решавању, успех неће изостати. Важно је нагласити, да правилно уочавање, разумевање, као и правилно постављање проблема у циљу тачног решавања задатака представља јако важан циљ наставног процеса.

Сам процес решавања неког задатка својим приступом је јако сличан истраживачком раду. У оба случаја до решења се долази анализом и запажањем круцијалних елемената, развијањем логичког тока размишљања и закључивања. Решавање задатака је веома специфичан процес, који настоји да се на основу описа појмова, датих услова и података, применом законитости, дефиниција и теорије, заједно са употребом математичког апарата и логике одреде непознате физичке величине. При овом процесу, машта и креативност у приступу проблема имају важну улогу и чине значајну компоненту процеса образовања.

Задаци у физици имају велики значај јер мотивишу ученике да размишљају о задатом проблему, као и уче о прецизности, уредности и систематичности. Функција задатака се огледа у понављању и утврђивању пређеног градива, у проверавању и оцењивању, као и систематизацији и генерализацији градива. Такође, продубљују везу између стечеог знања и свакодневног живота, стицања навика за обављање мисаоних операција, развијања самосталности, као и будућег интересовања 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. Значај, улога и квалификација задатака

Задаци нам служе како би ученици кроз конкретне примере применили одређене дефиниције и законе. Ниједан закон, дефиниција, формула или теорија нису трајно усвојени ако их ученици само знају а не употребљавају на правилан начин. Сам смисао теоријског знања ученицима постаје разумљив тек када га кроз задатке више пута употребљавају.

Тада формуле постају јасне, знања осмишљена а као резултат настаје већа ретенција знања. Самом процесу решавања одговарајућих задатака стичу се дубља и потпуна знања.

Значај вежбања у решавању задатака у настави физике састоји се у чињеници да се постиже између осталог:

1. конкретизација и осмишљавање теоријских знања,
2. повезивање стечених знања са свакодневним животом,
3. стицање навика за обављање мисаоних операција,
4. развијање самосталности и уредности,
5. продубљивање и утврђивање знања,
6. развијање интересовања за сам предмет физике.

Један од услова за конкретну примену задатака у настави физике је стручан избор задатака у којима ће се обављати вежбања. Подела задатака:

- Према дидактичком циљу - тренажни, стваралачки и контролни
- Према начину задавања услова - текстуални, задатак-график, задатак-цртеж, задатак-оглед
- Према степену тежине - једноставни, сложени и комбиновани
- Према начину решавања - квалитативни, графички, експериментални, квантитативни

По начину изражавања услова задатака и методама решавања из физике, могуће их је поделити на:

1. текстуалне;
2. експрименталне;
3. графичке.

По садржају задатке делимо на:

1. историјске;
2. техничке;
3. интердисциплинарне.

У зависности од начина класификације један задатак може бити убрајан у различите класификације. Из овога произилази да је врло тешко извршити строгу класификацију задатака.

2.1. Квалитативни задаци

Квалитативни задаци немају бројних података, њихово решење је у облику одговора који се треба образложити. Други назив за квалитативне задатке је „задаци питања“ или „логички задаци“. Да би се решили логички задаци морају се на правилан начин анализирати све узрочно-последичне везе. До решења се долази применом логичког расуђивања и правилног закључивања.

Овакви задаци могу бити задати само текстом, графички у виду цртежа или у виду описа експеримента. Могу бити лакши али и тешки, скоро проблемски загонетни. Треба прво схватити суштину проблема а затим успоставити релацију између датог и траженог како би дошли до правилног одговора. Увек када је то могуће треба урадити помоћни цртеж. За одговор потребно је имати неколико аргумената који ће уверљиво показивати исправност одговора.

Решење квалитативног задатка може сепредставити у пет етапа:

1. Упознавање са условима задатка (читање текста, испитивање цртежа и сл.) Схватање главног питања (шта је непознато, какав је циљ решавања задатка).
2. Анализа података и физичких појава описаних у задатку, увођење допунских прецизирајућих услова.

3. Састављање плана решавања. Избори исказивање физичког закона или дефиниције која одговара условима задатка. Успостављање узрочно-последичне везе између логичких претпоставки задатка.
4. Остварење плана решавања задатка. Синтеза података који су дати у задатку са формулисаним законима. Добијање одговора на питање.
5. Провера одговора (решавање задатка на други начин, поређење одговора са општим принципима физике, законом одржања енергије, масе, наелектрисања и сл.).

При решавању квалитативних задатака заснованом на аналитичко-синтетичком методу постоје три начина: хеуристички, графички и експериментални. Они се могу спајати и допуњавати.

Хеуристички начин се састоји у успостављању 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 задатка 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 само оглед не објашњава зашто се нешто дешава па ученику остаје да речима да објашњење.

Примери квалитативних задатка:

Задатак 1:

Да ли више покуснемо када трчимо или када ходамо по киши?

Решење:

Ово питање није једноставно, један од могућих одговора је:

Ако киша **сипи**, количина кишних капљица које су пале је приближно иста било да трчимо или да ходамо, ако је време које се проведена киши исто. То такође значи да је особа која трчи један километар на супрот особи која исто растојање препешачи много

мање покиснути због мањег времена које јој је потребно да пређе једнако растојање. Овакав одговор је прихватљив, ако узмемо чињеницу да киша сипи.

Овим питањем су се бавили многи научници. Током 70-их година прошлог века, објављено је неколико радова на ову тему.

Углавном се проблем решава, помоћу једноставне геометријске фигуре човека, узимајући у обзир брзину ветра и његов правац и правац и брзину кишних капи. Проблем се може изкомпликовати ако у рачун узмемо облик људске фигуре.

Тачан одговор, би онда могао да зависи од висине и крупноће индивидуе која трчи по киши као и од правца у којем дува ветар и величине кишних капи.

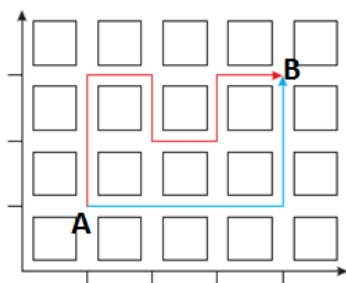
Углавном је покушавно да се утврди да ли променом стратегије током трчања долази до битних промена и да ли оптимална брзина заиста постоји? Свакако одличан задатак за дискусију.



Слика 1.

Задатак 2:

Два таксија крећу се кроз град између блокова зграда и различитим путевима пролазе од тачке А до тачке В. Ако стигну за исто време који такси има већу брзину?



Слика 2.

Решење:

Ако погледамо слику видимо да је црвени пут дужи а плави краћи. Пошто су возила за исто време стигла од тачке А до тачке В, онда црвени такси има већу брзину зато што је за исто време прешао дужи пут.

Задатак 3:

У авиону, који лети константном брзином (праволинијски) из Енглеске у Канаду, стјуардеса се креће од пилотске кабине према репу авиона. Нека је једно референтно тело авион, а друго земља. У односу на које од њих стјуардеса: а) има већу брзину; б) пређе дужи пут; в) пређе веће растојање? Да ли се стјуардеса креће у истом смеру у односу на оба референтна тела?

Решење:

Стјуардеса има већу брзину и пређе дужи пут у односу на земљу; у односу на оба референтна тела пређе иста растојања; у односу на земљу креће се у смеру од Енглеске према Канади, а у односу на авион у супротном смеру.

Задатак 4:

Када је бициклиста прешао две трећине пута, пукла му је гума на точку. Преостали део пута прешао је пешице утрошивши двапут више времена него возећи се бициклом. Колки се пута брже кретао бициклом него пешице?

Решење:

Бициклиста је прешао пешице трећину пута, тј. двапут мање него бициклом, а утрошио је двапут више времена. Према томе, возио је 4 пута брже него што је ишао пешице.



Слика 3.

2.2. Графички задаци

Задаци који на било који начин укључују било коришћење или израду графика називају се графички задаци. График може бити решење задатка или може бити садржан у самом услову задатка. Решавање задатака уз помоћ графика је у односу на алгебарско решавање задатака је лакше, брже и очигледније. Ако се задатак решава помоћу графика лакше се уочавају функционалне везе па се боље приказују него употребом математичких формула.

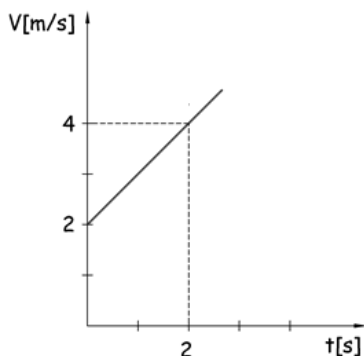
Решење графичких задатака састоји се од: анализе услова, успостављање веза између датих и тражених величина, добијање и дискусија решења. Графички задаци омогућавају ученицима лакше сналажење са графичким приказима, који су често проблем ученицима. Ученици помоћу њих уче да на правилан начин читавају и графички приказују проблем.

Примери графичких задатка:

Задатак 1 (график је решење задатка):

Леп је јесењи дан. Марија је по обичају шетала свог пса, њена брзина је била 2m/s, све док пас није видео свог другара. Пас је повукао Марију и она је достигла брзину 4 m/s. Колико је Маријино убрзање? Нацртати график њеног кретања

Решење:



$$v_0 = 2 \text{ m/s}$$

$$v = 4 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 2 \text{ s}$$

$$a = ?$$

$$v = v_0 + at$$

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

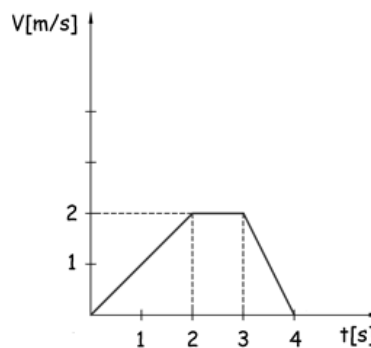
$$a = \frac{4 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = \frac{2 \text{ m/s}}{2 \text{ s}}$$

$$a = 1 \text{ m/s}^2$$

Марија има убрзање 1 m/s^2

Задатак 2(график садржан у услови задатка):

На основу датог графика описати кретање тела и израчунати убрзање на сваком делу пута. Израчунати укупан пут.



Решење:

Тело је започело кретање из стања мировања ($v_0 = 0 \text{ m/s}$). Од почетка кретања до друге секунде кретало се равномерно убрзано. Дакле,

$$v_1 = 2 \text{ m/s}$$

$$t_1 = 2 \text{ s}$$

$$a = ?$$

$$v = v_0 + at$$

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a = \frac{2 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = \frac{2 \text{ m/s}}{2 \text{ s}}$$

$$a_1 = 1 \text{ m/s}^2$$

Убрзање на овом делу пута је 1 m/s^2

$$s_1 = v_0 \cdot t_1 + \frac{1}{2} a_1 \cdot t_1^2$$

$$s_1 = 0 \cdot 2 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4 \text{ s}^2 = 0 \text{ m} + 2 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

На овом делу пута тело је прешло 2 m .

Наредну секунду тело се кретало константном брзином (тело на овом делу пута нема убрзање) од 2 m/s , може се написати:

$$v_2 = 2 \text{ m/s}$$

$$t_2 = 1 \text{ s}$$

$$a_2 = 0 \text{ m/s}^2$$

$$s_2 = v_2 \cdot t$$

$$s_2 = 2 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s} = 2 \text{ m}$$

На овом делу пута тело је прешло 2 m.

Последњи део пута тело се кретало успорено:

$$v_{03} = 2 \text{ m/s}$$

$$v_3 = 0 \text{ m/s}$$

$$t_3 = 1 \text{ s}$$

$$a = ?$$

$$v = v_0 - at$$

$$a_3 = \frac{v_{03} - v_3}{t_3}$$

$$a_3 = \frac{2 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = \frac{2 \text{ m/s}}{1 \text{ s}}$$

$$a_3 = 2 \text{ m/s}^2$$

Убрзање на овом делу пута је 2 m/s^2 .

$$s_3 = v_{03} \cdot t_3 - \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$s_3 = \frac{2 \text{ m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ s} - \frac{1}{2} 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ s}^2 = 1 \text{ m}$$

На овом делу пута тело је прешло 1 m.

Укупан пут је :

$$s_U = s_1 + s_2 + s_3 = 2 \text{ m} + 2 \text{ m} + 1 \text{ m} = 5 \text{ m}$$

Други начин да се добије пређени пут јесте да се израчуна површина испод графика.

$$P_1 = \frac{2 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s}}{2} = 2 \text{ m}$$

$$P_2 = 2 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s} = 2 \text{ m}$$

$$P_u = P_1 + P_2 + P_3 = 2 \text{ m} + 2 \text{ m} + 1 \text{ m} = 5 \text{ m}$$

$$P_3 = \frac{2 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s}}{2} = 1 \text{ m}$$

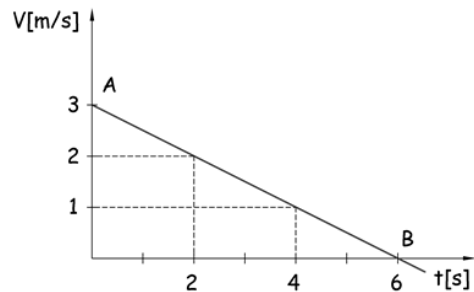
$$s_U = P_u = 5 \text{ m}$$

Укупан пут је 5m.

Задатак 3 (график садржан у услови задатка):

На основу датог графика зависности брзине од времена одредити:

1. почетну брзину;
2. убрзање;
3. пут који тело пређе до заустављања;
4. пут који тело пређе за прве 2 s.



Решење:

1. Почетна брзина је у пресеку графика и вертикалне осе.

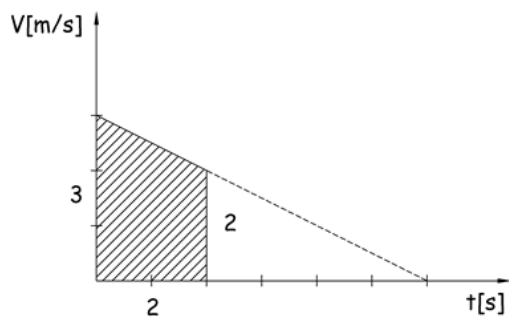
$$v_0 = 3 \text{ m/s}$$

2. Пут који тело пређе до заустављања једнак је површини троугла испод графика до “t” осе.

$$s = \frac{6s \cdot 3m/s}{2}$$

$$s = 9 \text{ m}$$

3. Пут који тело пређе за прве 2 секунде једнак је површини испод графика за исто време (трапез).



$$s = m \cdot h$$

$$s = 5 \text{ m}$$

или рачунским путем:

$$a = \frac{v_A - v_B}{t_A - t_B} = \frac{0 \text{ m/s} - 3 \text{ m/s}}{6 \text{ s} - 0 \text{ s}} = -0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$s(2\text{s}) = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$s = 5 \text{ m}$$

Задатак 4 (график је решење задатка):

Тело се креће са убрзањем $0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ и почетном брзином 2 m/s . Нацртати график зависности брзине од времена ако вектори почетне брзине и убрзања имају:

1. исти смер;
2. супротне смерове.

Решење:

$$a = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v_0 = 2 \text{ m/s}$$

1. Ако вектори $\vec{v}_0$ и $\vec{a}$ имају исти смер тада је кретање убрзано.

$$v = v_0 + at$$

$$v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} t$$

За цртање дијаграма (v, t) потребне су било које 2 тачке.

Ако је $t = 0s$

$$v = 2 \frac{m}{s} + 0,4 \frac{m}{s^2} \cdot 0s$$

$$v = 2 \frac{m}{s}$$

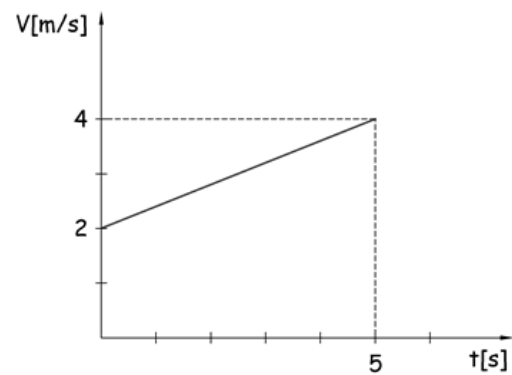
Ако је $t = 5s$

$$v = 2 \frac{m}{s} + 0,4 \frac{m}{s^2} \cdot 5s$$

$$v = 4 \frac{m}{s}$$

или

$t [s]$	0	5
$V [m/s]$	2	4



2. Ако су вектори v_0 и a супротног смера кретање је успорено.

$$v = v_0 - at$$

$$v = 2 \frac{m}{s} - 0,4 \frac{m}{s^2} t$$

Ако је $t = 0s$

$$v = 2 \frac{m}{s} - 0,4 \frac{m}{s^2} \cdot 0s$$

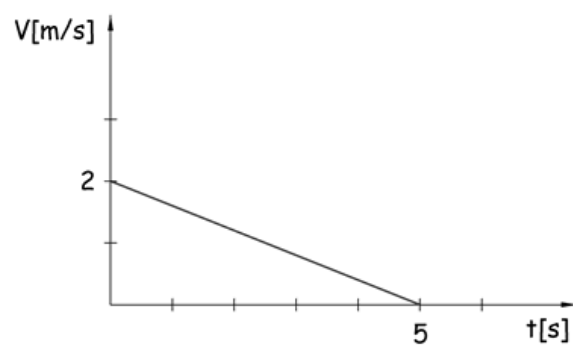
$$v = 2 \frac{m}{s}$$

Ако је $v = 0 m/s$

$$0 m/s = 2 \frac{m}{s} - 0,4 \frac{m}{s^2} \cdot t$$

$$0,4 \frac{m}{s^2} \cdot t = 2 \frac{m}{s}$$

$$t = 2s$$



Или

t [s]	0	5
V [m/s]	2	0

2.3. Експериментални задаци

Експериментални задаци су задаци чије се решење добија експерименталном провером. Да би задатак био експерименталан неопходно је да се бар један о тражених података одреди експерименталним путем. Услови експерименталних задатака не садрже бројне вредности, оне се добијају кроз експериментални поступак. Експерименталне задатке прати слика или шема која на веродостојан начин приказује проблем који се решава. Одговор на задатак даје се углавном у писаној форми, или усмено на питања било теоријског или експерименталног карактера.

Ученици радо решавају ову групу задатака, јер им је то најприхватљивији начин повезивања теорије и праксе. Помоћу ових задатака развијају посматрачке и техничке способности, те је њихов значај изузетан.

Примери експерименталних задатака:

Задатак 1 (демонстрациони задатак):

Пример првог експерименталног задатка је демонстрационе природе или такозвани демонстрациони експеримент. Овакви експерименти би требало да се раде уколико је то могуће после увођења одређених појмова. Доле је дат пример, појам је *путања*.

Стварна или замишљена линија по којој се тело креће, тј. спаја положаје које је тело заузимало током кретања, зове се путања тела. На основу путање кретање се дели на праволинијско и криволинијско. На следећим примерима демонстрирано је праволинијско и криволинијско кретање.

Као пример за праволинијско кретање је свакако падање тела, најједноставније је да се узме тениска лоптица и да се пусти да пада. Ово може подстаћи ученике на размишљање, па их треба питати где још налазе на праволинијско кретање, и нагласити им да за домаћи задатак направе свој демонстрациони оглед за пример праволинијске путање. Јер се на овај начин најбоље усвајају нови појмови.



Слика 4. Котрљање посуде



Слика 5. Спирални тобогган

Ако се жели демонстрирати криволинијска путања, може се положити суд у облику купе или ерленмајер на страну и гурнути га. Због свог облика, кретаће се криволинијском (кружном) путањом.

Направити спиралну путању од жице или од провидних пластичних цеви и убацити лоптицу да се креће по њој. Лоптица ће имати такође криволинијску путању. Ученици треба да посматрају како се лоптица помера у кривинама и да покушају да опишу њено кретање.

Задатак 2:

Следећи примери (пример 2 и пример 3) нису чисто описног карактера, јер ученици овде морају да пажљиво посматрају експеримент и нешто закључе на основу тог посматрања.

Поставите стабилне предмете који могу лако да падну (нпр. домине), паралелно, на истој раздаљини. Ако гурнете први предмет, ударни талас ће се проширити на цео систем и сви предмети ће пасти. Како то објашњавамо?

Сада експеримент поновите тако што ће те распоредити све веће и веће предмете у низ и приметите да предмет може да обори други предмет, који је 1.5 пута већи од претходног.

Од чега зависи брзина падања домина?



Слика 5. Постављени предмети

Решење:

Због ударног таласа, предмети се померају из позиције равнотеже и падају због гравитације. Брзина падања зависи од висине домина, њиховог растојања и гравитације. Експериментално је показано да је падање низа домина најбрже када је растојање између домина исто као две трећине висине домина.

Задатак 3:

Ако пустите предмет да пада у гравитационом пољу Земље, помераће се према центру Земље. До слободног пада долази када ово кретање није блокирано.

Занимљиво је да сваки предмет има исто гравитационо убрзање. Због тога, ако се два предмета исте величине али од различитих материјала баце са исте висине, пахће у исто време.



Слика 6. Поставка огледа за слободан пад

Направите две усправне цеви од пластичних флаша, а затим испустите лоптицу од сунђера у једној од њих, и тешку гвоздену, које је исте величине као лоптица од сунђера, у другој у исто време.

Ученици су треба да закључе да ли лоптице имају исто гравитационо и када ће оне у исто време пасти без обзира колика им је маса.

Задатак 4:

Овај пример је директна примена наученог знања, овакви задаци би требали да се раде на часовима који су предвиђени за понављање наученог градива. Они могу бити демонстрационе природе, решења се дискутују заједно са наставником или у групи. А могу бити уједно и рачунски. Доле је дат пример, појам је убрзање.

Убрзање је мера промене брзине у јединици времена. Може бити позитивно и негативно (успорење). На примеру стрме равни видимо равномерно променљиво кретање.



Слика 7. Стрма раван

Направите стрму раван од дрвене полице тако што ћете поставити књиге под један крај полице. Пустите предмет (нпр. кликер или челичну лоптицу) да се скотрља с врха косине. Приметићете да ће се тело скотрљати користећи равномерно убрзано кретање.

Сада поставите песак на доњи део полице и скотрљајте кликер. Приметићете да ће се тело због отпора котрљања успорено кретати (негативно убрзање) тамо где је постављен песак. Ако је трење велико (коефициент трења велик) или је косина довољно дугачка, лоптица се може чак и зауставити.



Слика 8. Стрма раван без песка



Слика 9. Стрма раван са песком

Овим демонстрационим експериментом на веома једноставан начин може се објаснити променљиво кретање. Ако измеримо дужину даске и време за које кликер пређе ту дужину, можемо наћи убрзање/ успорење кликера.

Решење

Узећемо да је дужина даске 80cm. Кликер нема почетну брзину. А да је растојање прешао за 35s.

$$\begin{aligned}v_0 &= 0\text{m/s} \\ t &= 35\text{s} \\ s &= 80\text{cm} = 0,8\text{m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= ? \\ v &= ?\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}s &= v_0 \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ s &= 0 \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}s &= \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ a &= \frac{2 \cdot s}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,8\text{m}}{(35\text{s})^2}\end{aligned}$$

$$a = 0,0013 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v = v_0 + at = 0\text{m/s} + 0,0013\text{m/s}^2 \cdot 35\text{s}$$

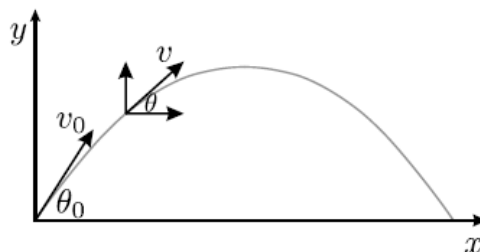
$$v = 0,05 \text{ m/s}$$

Мерења се могу уколико то план и програм рада дозвољава поновити више пута па се на овом месту може такође поновити појам средње вредности.

Задатак 5:

Последњи пример је за талентоване ученике и додатну наставу, мада се овај пример може подједноставити и користити у редовној настави. Треба са ученицима детаљно проћи кроз теорију и онда их пустити да сами опишу кретање и донесу закључке.

Овде је дат мисаони експеримент и објашњење косог хитца кроз опис кретања кошаркашке лопте ка кошу.



Слика 10. Промена брзине косог хитца

Прва претпоставка ће бити да се лопта креће у хомогеном гравитационом пољу, равномерно поћетном брзином v_0 која заклапа угао θ_0 са хоризонталом. Ако су координате и ознаке изабране као на слици, једначине које описују x и y координату лопте након времена t ће бити:

$$x = v_0 t \cos \theta_0$$

$$y = v_0 t \sin \theta_0 - \frac{1}{2} g t^2$$

Где је g гравитационо убрзање. Ово кретање може да се види као комбинација два истовремена кретања: у правцу x осе то је кретање са константном брзином, а у правцу y осе имамо кретање са константним убрзањем. Компоненте брзине лопте након времена су

$$v_x = v_0 \cos \theta_0$$

$$v_y = v_0 \sin \theta_0 - g t$$

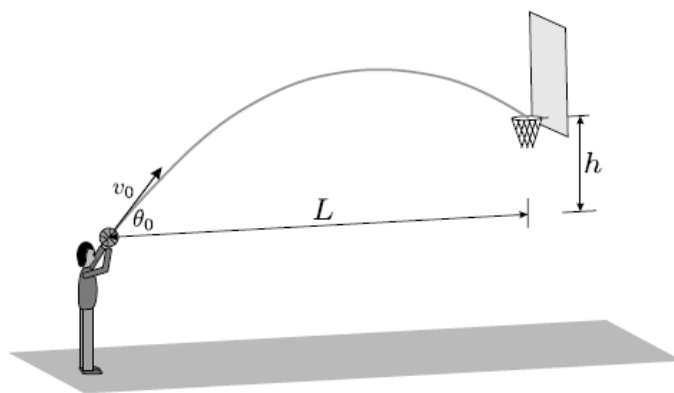
Угао θ којег вектор брзине лопте заклапа са хоризонталом у произвољном тренутку задовољава једначину:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{v_x}{v_y} = \operatorname{tg} \theta_0 - \frac{g t}{v_0 \cos \theta_0}$$

Елиминацијом времена t из горњих једначина добијају се следеће релације:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{2y}{x} - \operatorname{tg} \theta_0$$

$$v_0^2 = \frac{g x}{2 \cos^2 \theta_0 (\operatorname{tg} \theta_0 - \frac{x}{y})}$$



Слика 11. Кретање кошаркашке лопте

Горње једначине описују кретање лопте по параболи. Карактеристичне брзине лопте су релативно мале до 10 m/s. С другестране, површина лопте је релативно велика, тако да је сила оптора ваздуха мала, али ипак занемарива. Зато путања лопте одступа од параболе.

Занемаривањем силе оптора ваздуха лопта ће се кретати по параболи.

На слици 11. је приказана путања лопте која пролази кроз центар коша. Да би се задржале ознаке из претходног разматрања, координатни почетак се поставити на почетак трајекторије, а то је на месту где играч избацује лопту.

Лопта ће ући у кош, ако прође кроз тачку са координатама ($x = L$, $y = h$). Овде су h и L хоризонтално и вертикално растојање од руку играча до средине обруча. Да би шут завршио у кошу потребно је да буде задовољено:

$$v_0^2 = \frac{gL}{2\cos^2\theta_0\left(\tan\theta_0 - \frac{h}{L}\right)}$$

Ученици који раде експерименталан задатак прво мере своју висину и висину коша па је одузимањем висине коша и своје висине добија висину h , а за угао θ_0 се узима 45° . Ученици бацају лопту у кош и бележе са које раздаљине су погодили кош (L). Сваки од ученика је на овај начин добио потребне податке да израчуна своју почетну брзину лопте.

Овакав експерименталан задатак се може унапредити у лабораторијску вежбу. Ово је један леп пример којим се часови различитих предмета могу директно повезати, у овом случају час физике и физичког васпитања.

2.4. Квантитативни (рачунски) задаци

Квантитативни задаци се решавају применом одговарајућих формула које су пропраћене осмишљеним математичким операцијама и нумеричим израчунавањима.

Решавање ових задатака није могуће без квалитативне анализе на коју се надовезује квантитативна анализа и одређивање непознатих физичких величина употребом математичких операција.

Решавање рачунских задатака је од веома велике важности у изучавању физике. Међутим у нашој наставној пракси постоји веома велика неуједначеност у погледу обима и квалитета рада на решавању рачунских задатака. Док се у неким школама изузетна важност придаје оваквим задацима у другим једва да су заступљени. Поготово када су у питању домаћи задаци. Код претходне групе задатака (експериментални) проблем је у недовољној опремљености школа или бројности одељења, најчешће, док за ову врсту задатака то није разлог. Најчешће се најтежи задаци задају за рад код куће и уколико ученици не знају да их ураде наставници не показују ученицима како их треба урадити. Још драстичнија мера би била да се на часу раде задаци који спадају у лаке или средње тешке а да се на провери знања, задају само они који спадају у веома компликоване. Мали број наставника заиста правилно примењује методику извођења вежбања у решавању рачунских задатака.

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 задатака.

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 развијају способност мишљења ученика. Потребно је да се избегавају задаци у којима се сувише времена троши на обављање сложених математичких операција пошто ученици онда 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 принципа 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, према непознатим величинама “спасоносне формуле”. Што је најгоре сами наставници их често тако називају. Такав начин рада није добар, јер се на тај начин само праве формални покушаји и пробе а не улази се у саму проблематику. Карактеристика подстојећих збирки задатака је да се њима дају готова решења, дата или као комплетно решење или само указују који се физички закон користи, тј формуле, помоћу којих се добија одговор на постављена питања – задатак.

Када не постоји комплетно решење задатка врло често јавља се проблем одакле почети са његовим решавањем. Врло често проблем није у томе како користити неки закон, већ који закон одабрати. Умети изабрати прави закон управо показује колико су ученици овладели 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 решавања 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 начина рада не представља коришћене прописане рецептуре, већ је само подршка и олакшање ученику. Није у питању шаблонско решавање задатака већ само потреба за постојањем анализе и дискусије задатка, а то ће се најлакше научити ако се увек поштује систематичност.

Процес вежбања задатака требао би да садржи следеће 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 јакo је 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 када је слика саставни део задатка. На овој етапи треба увек инсистирати, јер се тиме показује степен разумевања задатка, што је потребно.

3) Анализа услова и потрага за идејом за његову израду

Ова етапа своди се на утврђивању 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 омогућавају да се тражена непозната изрази преко познатих величина. Треба инсистирати да се задатак увек решава у општим бројевима и 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 знатна одступања, треба извршити поновну проверу. Подаци морају бити изражени у СИ јединицама, изузев оног случаја када су и у бројоцу 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 неки 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 задатак решили. 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.

Примери квантитативних задатака:

Задатак 1 (основни ниво):

Убрзање воза при поласку из станице је 1 m/s^2 . После колико времена воз достигне брзину 75 km/h ?

Решење:

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$v = 75 \text{ km/h} = 20,83 \text{ m/s}$$

$$a = 1 \text{ m/s}^2$$

$$t = ?$$

$$v = v_0 + at$$

$$t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$t = \frac{20,83 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{1 \text{ m/s}^2} = \frac{20,83 \text{ m/s}}{1 \text{ m/s}^2}$$

$$t = 20,83 \text{ s}$$

Задатак 2 (средњи ниво):

У насељеном месту дозвољена брзина је 50 km/h . да ли је возач прекорачио ограничење ако се кретао сталним убрзањем од $0,5 \text{ m/s}^2$ пола минута?

Решење:

$$v_{\text{гр}} = 50 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$t = 0,5 \text{ min} = 30 \text{ s}$$

$$a = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$v = ?$$

$$v = v_0 + at = 0 \text{ m/s} + 0,5 \text{ m/s}^2 \cdot 30 \text{ s}$$

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

Пошто је возач достигао брзину од 54 km/h то значи да је возач прекорачио дозвољену брзину.

$$v_{\text{гр}} < v$$

Задатак 3 (тежи ниво):

Из места А и В, међусобно удаљених 30 m, истовремено крену једно према другом два тела почетим брзинама 15 m/s и 10 m/s . Убрзања оба тела су истог интензитета 0,5 m/s² али се тело А креће убрзано, а из В успорено. На ком растојању од А ће се тела срести?

Решење:

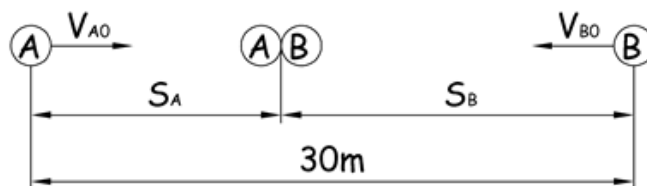
$$AB = 30 \text{ m}$$

$$v_{0A} = 15 \text{ m/s}$$

$$v_{0B} = 10 \text{ m/s}$$

$$a_A = a_B = a = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$s_A = ?$$



$$s_A = v_{0A} \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$s_B = v_{0B} \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Сабирањем ових једначина добијамо:

$$s_A + s_B = (v_{0A} + v_{0B}) \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 - \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$s_A + s_B = (v_{0A} + v_{0B}) \cdot t$$

$$30 \text{ m} = (15 \text{ m/s} + 10 \text{ m/s}) \cdot t$$

$$30 \text{ m} = (25 \text{ m/s}) \cdot t$$

$$t = 1,2 \text{ s}$$

$$s_A = 15 \text{ m/s} \cdot 1,2\text{s} + \frac{1}{2} 0,5 \text{ m/s}^2 \cdot (1,2\text{s})^2$$

$$s_A = 18,36 \text{ m}$$

2.5. Домаћи задаци

У сваку од наведених подела можемо сврстати домаће задатке. Наставник бира домаће задатке тако да њихова тежина буде прилагођена могућностима просечног ученика. Задатке би ученици требали решити без туђе помоћи. Домаћи задаци ослањају се на претходно научено градиво. Они представљају један од основних облика самосталног рада који представља природан и логичан наставак часа. Циљ домаћих задатака је вежба и боље усвајање наставног градива. Зато се анализа домаћих задатака врши на првом следећем часу, како би ученици знали да ли су на добар начин решили задатак проблем и да би отклонили нејасноће.

2.6. 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 завислости да ли га је ученик знао да уради или не.

Објективне критеријуме процене тежине задатака можемо поделити у две групе: на апсолутне и релативне.

Апсолутни критеријум сложености се ослања на број логичких и математичких операција које треба применити у решавању задатака. Задаци који се састоје 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.

2.7. Анализа задатка по степенима сложености

Задатке уопште према степену сложености можемо поделити у три нивоа:

Први ниво чине задаци са најмањим степеном сложености. Овој групи припадају задаци за чије је 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 математички операција, од којих не морају све бити стандардне и број логичких операција је углавном три. Ови задаци су често везани да 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 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.

2.8. Методика решавања физичких задатака

Решавање задатака не треба посматрати као замењивање симбола 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 задатака 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.

За решавање задатака потребно је познавање претходно савладаног градива. Ученици, нпр. неће моћи да реше проблем апсолутно еластичног судара два тела, ако се претходно нису упознали са појмом закона одржања импулса и енергије.

Сваки задатак садржи у себи један или више општих физичких закона или дефиниција. Након што прочитају задатак, ученици треба да се запитају који су то закони и дефиниције и да буду сигурни да их знају, односно да их себи формулишу јасно и експлицитно, а не да се задовоље угодним осећањем да разумеју други Њутнов закон иако га не могу формулисати својим речима.

Многи задаци из физике представљају неку апстракцију реалне проблемске ситуације. Карактеристика таквих задатака је у томе да се код њих занемарују небитни детаљи и на тај начин се олакшава решавање задатка. При решавању задатака се најчешће користе

мисаони (идеализовани) модели (материјална тачка, идеални гас, апсолутно црно тело, и други).

При решавању задатака мора бити правилно коришћен математички апарат. Да би се успешно решавали неки задаци из физике неопходна су знања из математике. Ако тај део градива из математике није обрађен и усвојен, садржај физике се неће разумети.

Систематичност и поступност у решавању задатака обезбеђују се поштовањем следећих правила:

1. од ближег ка даљем
2. од једноставног ка сложеном
3. од лакшег ка тежем
4. од познатог ка непознатом

Полази се од једноставних и иде ка сложенијим, од квалитативних ка квантитативним, комбинованим и задацима са техничким садржајем. Треба утврдити циљ употребе одређеног задатка. Поступно руковођење радом ученика омогућава повезивање теорије са праксом, односно примену стечених знања у решавању практичних задатака како би побољшали квалитет свог знања. Треба имати у виду да научна једноставност није адекватна и психолошкој једноставности ученика. Оно што је са научне тачке гледишта веома једноставно, за ученике може бити веома сложено. Задатак из физике се најчешће састоји из услова и захтева. Између датих услова и тражених величина постоје унутрашњи односи, зависности, које карактеришу структуру задатка. На решење било којег задатка утичу два фактора: структурне карактеристике задатка (његове компоненте) и способност онога који га решава. Са психолошке тачке гледишта, решење задатка подразумева налажење ових односа, узрока и последица који се не спомињу у задатку. Најчешће се стратегија решавања задатака из физике састоји из три дела: проучавања услова задатка и његова анализа, формирање мишљења, решење задатка и његова провера. Постављање проблема - наставник излаже задатак, даје смернице у тражењу решења, ученици уочавају проблем, покушавају да га реше на основу раније стечених знања. 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.

Један од најбољих начина да установе да ли разумеју законе који се користе у одређеном задатку јесте да израде задатак у обрнутом смеру или да се запитају како би се резултат променио ако би дати услови били нешто другачији.

Основни задаци методике решавања задатака:

1. Упознавање услова задатака, анализа физичких појава и процеса који сачињавају садржај задатка.
2. Користе се помоћне слике, скице и схеме.
3. Решење треба увек довести до коначног резултата.
4. Обавезна је анализа добијеног резултата.
5. Поштовање одређеног начина рада: уписивање података, уједначавање система јединица, цртање слика и схема и израда задатка.
6. У анализи решења задатка мора се указати на физички смисао. Математика је само помоћно средство у физици, а не циљ.

Методе решавања задатака

- Аналитичке - полази се од релације која садржи тражену величину и онда се потребне величине изражавају преко величина датих у задатку.
- Синтетичке - користе се познате релације у којима фигуришу дате величине у задатим, да би се таквим поступком дошло до тражене величине.

Поступак за решавање задатака

Ученицима који тек почињу да уче физику решавање задатака може представљати велики проблем. Сваки задатак је целина за себе, третира посебну појаву и не постоји јединствен модел или шаблон којим би се могао решити сваки задатак. Ипак, има неколико "правила" којих се треба придржавати у сваком задатку како би се лакше дошло до резултата.

1. Пажљиво читање (и више пута) - да би се схватила суштина и смисао задатка тј. уочио проблем. Разумети задатак значи схватити о којој се физичкој појави (или закону) ради, које величине су познате и које треба одредити.
2. Поставка задатка - записати задате и тражене величине, и оне величине или односи који нису задати, али се могу одредити из текста задатка. За означавање физичких величина користе се одговарајући симболи.
3. Усклађивање - претварање јединица. Све јединице у којима су дате вредности физичких величина претворити у јединице СИ система. Ослободити се префикса из ознаке за јединицу. Свести све јединице на основне у СИ систему.
4. Ако је могуће нацртати скицу која илуструје суштину задатка. Помоћу слике се лакше могу уочити односи (везе) између величина у задатку. На слици означити све познате

физичке величине и неке допунске, које се уклапају у смисао задатка, помоћу њихових општих ознака.

5. Писање одговарајуће формуле за израчунавање непознате физичке величине. Математичким формулама изражавају се одговарајући процеси, по могућству се користе најједноставније релације. Из добијеног израза израчунава се бројна вредност и мерна јединица тражене величине. Препорука је да ученици при решавању задатака сваку формулу пишу у новом реду. Тако је прегледније, уредније и боље се прати "ток мисли"
6. Замењивање бројних вредности познатих физичких величина. Општи бројеви се замењују бројним вредностима задатих величина са одговарајућим мерним јединицама. Могу се сабирати или одузимати само вредности истородних величина и оне које су изражене истим мерним јединицама.
7. Изражавање резултата и бројем и мерном јединицом. Решење треба увек довести до коначног резултата. Коначан резултат може да се провери посредством одговарајућих мерних јединица и димензија.
8. Проверавање решења задатка. Оценити вредност добијеног резултата. Видети има ли физичког смисла, како за добијену бројну вредност, тако и за добијену јединицу.
9. Овај начин решавања задатака усађује навику логичког мишљења, анализе физичких појава, израде плана решавања, учи повезивању података и услова задатка са садржајем познатих физичких закона и извлачењу закључака.

2.9. Зашто је потребно радити задатке из физике?

Физика је једна од природних наука која проучава и објашњава природне појаве: механичка кретања, топлотне појаве, електричне, магнетне, светлосне, структуру материје... У оквиру теоријске наставе физике упознајемо се са физичким величинама и физичким законима. Ако знамо да правилно саопштим дефиницију неке величине или знамо да напишемо формулу која одговара неком физичком закону, то не значи да смо заиста стекли сазнање о тим појмовима или појавама нити да смо их разумели. Знање је право онда када умемо и да га употребимо: за израчунавање вредности неке величине, објашњење неког познатог примера који је познат из свакодневног живота, а у уџбенику се не спомиње конкретно. Управо томе – да знање не буде само формално и пасивно, него активно и примењиво, треба да допринесу, између осталог, и рачунски задаци.

Решавајући конкретне примере из свакодневне праксе ученици лакше виде значај физике и потребу за њеним учењем. Анализирајући постављени проблем ученици боље уочавају повезаност појава, чиме се знање проширује и постаје „квалитетније“. Задаци се првенствено раде како би ученици развијали способност мишљења, повезивања, закључивања, што је битно не само у физици него у свакој животној ситуацији.

Као што је то већ наведено у раду у нашем школском систему не постоји уједначеност у наставном процесу када је физика у питању. Док се у неким школама изузетна важност придаје изради задатака било које врсте, у другим скоро и да се не помињу. Ученици завршавају основну школу а да на жалост немају елементарну представу шта је задатак и како га правилно треба решити. То је озбиљан проблем који доводи до тога да се у каснијем наставном процесу такав недостатак не може надокнадити. Често се дешава да такви ученици, који се први пут са задацима срећу у средњој школи, нису у стању да реше ни оне најједноставније задатке.

Овај заиста велики проблем могуће је решити једино ако они који раде посао наставника схвате значај израде и вежбања задатака у физици и подсети се како би требао да тече сваки час физике. Потребно је у наставном процесу једнако посветити пажњу како теорији тако и њеној примени кроз све врсте задатака. Тако ће часови бити и занимљиви а и имати своју сврху, а то је применити знања да она не буду само формална.

Поред проблема да се задаци не раде у довољној мери или никако, постоји и проблем неадекватно одабраних задатака. Наставник би о томе морао да води рачуна, јер се често догађа да задаци који се раде на часовима не одговарају узрасту. Тако се на пример од ученика основношколског узраста често тражи да знају израду задатака који се раде у средњој школи. То није добро одабран пут, јер се на тај начин чак и код оних бољих ученика ствара одбојност према физици и несигурност у самосталном раду. Такви задаци се могу радити на часовима додатне наставе а не треба да буду саставни део контролних и домаћих задатака.

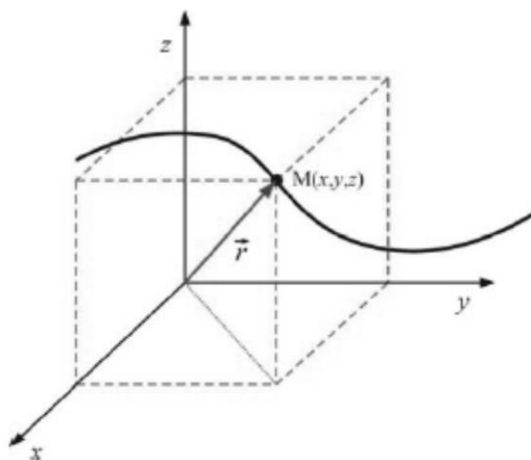
Овакве проблеме могуће је решити, треба се само продржавати плана и програма у коме је све ово и наведено. Наставник може и треба да има слободу у креирању часа али се мора придржавати наставног плана. Тако ће најлакше задовољити свим захтевима наставног процеса, а резултати неће изостати.

3. Кинематика

3.1. Основни појмови кинематике

Кинематика је део механике у коме се проучавају закони кретања, без разматрања узрока који изазивају то кретање. Задатак кинематике је да повеже (утврди везу) између основних величина: пута, времена, брзине и убрзања. Поред ових основних величина понекад је потребно одредити и друге величине (угаона брзина, угаоно убрзање, пређени угао, учестаност обртања и др). У кинематици се математички проучава (или израчунава) кретање тачке или тела. Тела се у кинематици сматрају крутим телима, односно телима која се не деформишу, без обзира на врсту и интензитет дејстава на њега. Кретање тела може се проучавати као кретање карактеристичних тачака тог тела, која су међусобно на непромењивом растојању.

Механичко кретање тела је промена положаја тог тела у односу на било које друго тело. Да би се одредио положај тела које се креће (или мирује) у односу на неко друго тело, користе се тзв.Референтни системи, најчешће *Декартов* правоугли координатни систем (x , y - и z -оса).

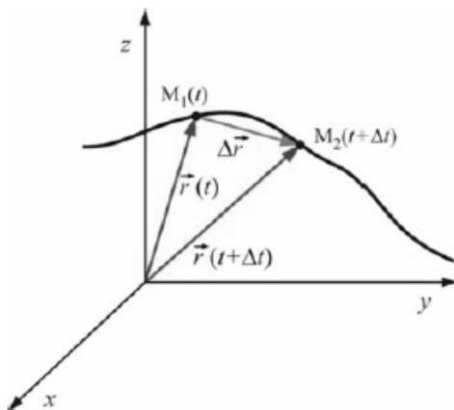


Слика 12. Декартов координатни систем

Референтни системи су везани за “посматрача” догађаја. Могу или мировати или секретати (равномерно или убрзано). Референтни системи који мирују или се равномерно крећу су тзв. инерцијални референтни системи, а они који се убрзано крећу називају се неинерцијални референтни системи.

Материјална тачка је тело чије се димензије у посматраном кретању могу занемарити и може се сматрати да је у тој тачки сконцентрисана сва маса тела. Једно исто тело у неком кретању се може сматрати материјалном тачком а у неком другом не може (пример-авион на небу и авион на писти близу посматрача).

Вектор положаја $\vec{r}$ је вектор који спаја координатни почетак (“посматрача” појаве кретања неког тела) и дату тачку у координатном систему у којој се налази тело, а усмерен је ка датој тачки.



Слика 13. Промена положаја материјалне тачке у *Декартовом* координатном систему

Линија коју материјална тачка описује током кретања (скуп узастопних положаја) представља њену путању. Или, то је скуп тачака кроз које тело пролази током свог кретања.

Пређени пут Δs је део путање коју материјална тачка предје за одређено време при кретању. То је растојање између крајњег и почетног положаја тела мерено дуж путање.

$$\Delta s = s_2 - s_1$$

Вектор помераја $\Delta \vec{r}$ је вектор који спаја почетни и крајњи положај тачке у кретању (најкраће растојање између почетног и крајњег положаја).

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)$$

****Свако сложено кретање се може представити као комбинација translације и ротације.**
Транслација – свака права (или равна) која спаја тачке у телу које се транслаторно креће остаје сама себи паралелна. *Ротација* – све тачке тела које ротира крећу се по концентричним круговима чији центри су на истој правој – оса ротације.

3.2. Подела кретања, брзина и убрзање

Кретање се, према облику путање, може поделити на:

- праволинијско, и
- криволинијско.

Према брзини, кретање може бити:

- равномерно, једнолико (брзина не мења интензитет ни правац), и
- убрзано, променљиво (брзина мења интензитет и/или правац).

Праволинијско кретање може бити равномерно (брзина не мења интензитет) или променљиво (интензитет брзине се мења). Криволинијско кретање је увек променљиво, јер брзина мења свој правац у простору у току кретања тела.

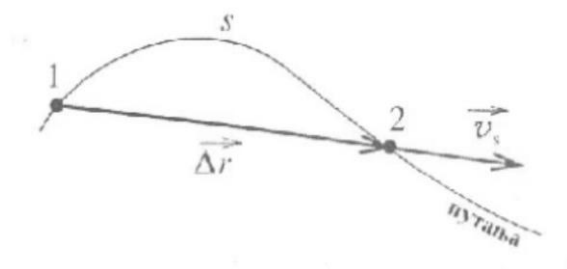
3.2.1. Брзина

Једна од величина којима се описује кретање је брзина. Том величином карактерише се пређени пут у јединици времена: брже је оно тело које за исто време пређе већи пут. У физици се дефинишу два облика средње брзине: средња путна брзина и вектор средње брзине. Средња путна брзина је количник предјеног пута и временског интервала утрошеног за прелажење тог пута. Овако дефинисана средња брзина је скалар. Јединица за брзину је [m/s] у међународном SI систему.

$$v_s = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Вектор средње брзине је количник вектора помераја и временског интервала у току којег је тај померај направљен.

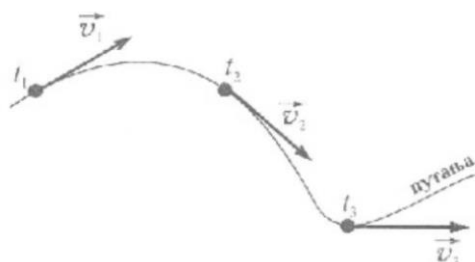
$$\vec{v}_s = \frac{\vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t}$$



Слика 14. Вектор средње брзине

Правац и смер вектора средње брзине исти су као правац и смер вектора помераја што се види на слици. У општем случају се интензитет вектора средње брзине и средње путне брзине не поклапају. Ове две величине су једнаке само у случају праволинијског кретања у једном смеру.

Тренутна брзина тела (брзина покретне материјалне тачке) у датом тренутку t је средња векторска брзина у бесконачно малом интервалу времена. Кретање тела је потпуно познато ако се знају положај и брзина тела у сваком тренутку. Вектор тренутне брзине има правац тангенте на путању тела. На слици 15. је приказано како се графички представља вектор тренутне брзине код криволинијске путање. Смер се поклапа са смером кретања тела.



Слика 15. Вектор тренутне брзине

3.2.2. Убрзање

Убрзање је величина која карактерише промену вектора брзине (у било ком погледу, по интензитету и/или правцу) у јединици времена.

Средње убрзање је векторска величина – количник промене брзине Δv и временског интервала Δt у току којег је та промена начињена.

$$a_s \rightarrow = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{v \rightarrow (t + \Delta t) - v \rightarrow (t)}{\Delta t}$$

Тренутно убрзање је гранична вредност средњег убрзања када временски интервал $\Delta t \rightarrow 0$. Јединица за убрзање је $[m/s^2]$. Вектор убрзања (средњег или тренутног) има правац вектора промене брзине. Ако вектори убрзања и почетне брзине имају исти смер, кретање

је убрзано. Ако вектори убрзања и почетне брзине имају супротан смер, кретање је успорено.

Убрзање постоји и када нема промене интензитета вектора брзине. Довољно је да вектор брзине $\vec{v}$ мења правац у простору.

3.3. Равномерно праволинијско кретање

Најједноставнији облик праволинијског кретања је равномерно (једнолико, униформно) праволинијско кретање – брзина се не мења ни по интензитету ни по правцу у току времена ($\vec{v} = \text{const}$). Њен интензитет је раван количнику пређеног пута s и времена t :

$$v = \frac{s}{t}; \vec{a} = 0$$

Тело се креће равномерно ако по правој путањи прелази једнаке путеве у једнаким временским интервалима.

Графички прикази:

График зависности брзине од времена код равномерног праволинијског кретања

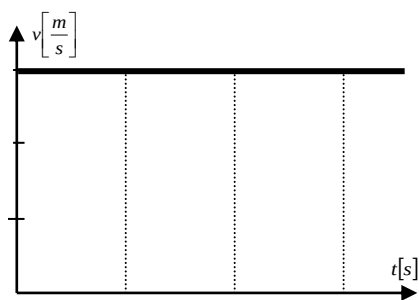
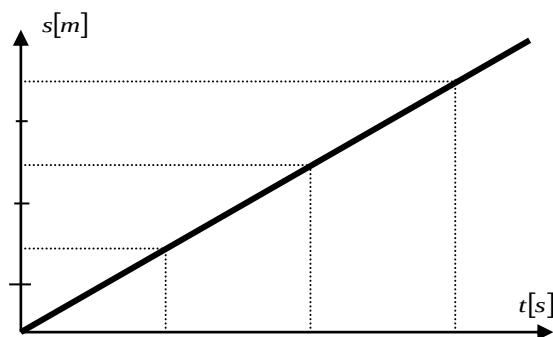


График зависности пређеног пута од времена код равномерног праволинијског кретања



*Површина испод графика представља пређени пут

3.4. Равномерно променљиво праволинијско кретање

Кретање по правој линији при којем је убрзање константно ($\vec{a} = const$) је једнако- убрзано праволинијско кретање. Убрзање може бити позитивно или негативно (успорење; интензитет брзине се смањује у току времена). Почетна брзина кретања тела је v_0 , а t временски тренутак када израчунавамо убрзање; s је пређени пут тела до тренутка t .

Одговарајуће једначине за равномерно променљиво праволинијско кретање су:

Закон брзине нам даје зависност брзине од времена :

$$v = v_0 \pm at$$

Закон пута нам даје зависност пређеног пута од времена:

$$s = v_0 t \pm \frac{1}{2} at^2$$

Веза брзине и пређеног пута:

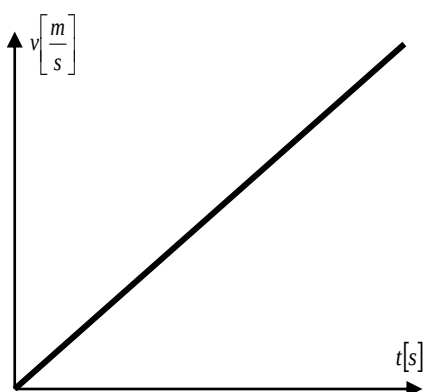
$$v^2 = v_0^2 \pm at$$

Позитиван знак узимамо у случају када је кретање убрзано, а негативан ако је реч о успореном кретању.

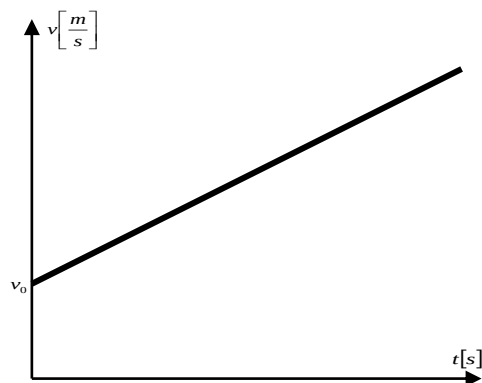
Гrafички прикази:

График зависности брзине од времена код равномерно променљивог праволинијског кретања

убрзано без почетне брзине



убрзано са почетном брзином



-успорено

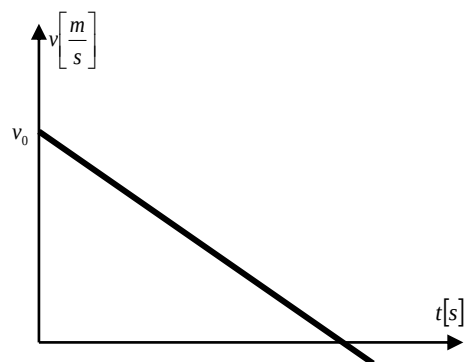
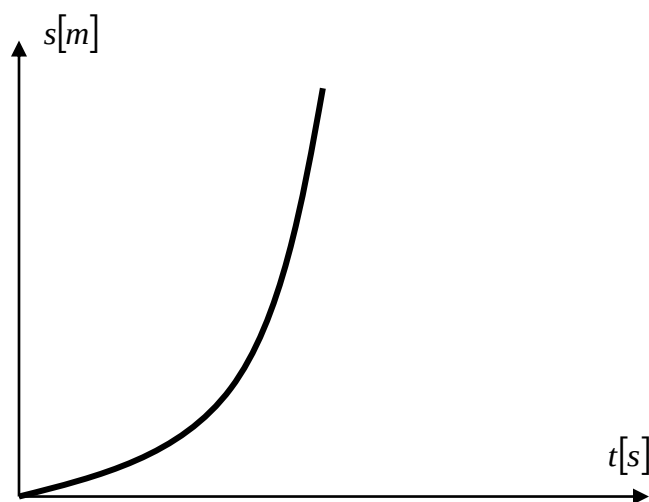


График зависимости пређеног пута од времена код равномерно променљивог праволинијског кретања



2.5. Примери праволинијског једнако убрзаног кретања

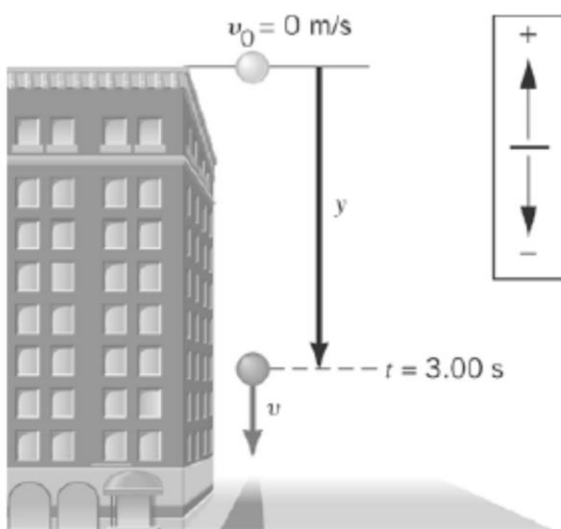
2.5.1. Слободан пад

Слободно падање тела је праволинијско (једнодимензионално) и једнако-убрзано кретање тела у пољу силе Земљине теже без почетне брзине ($v_0=0$). Интензитет убрзања тела приближно износи $a \equiv g = 9.81 \text{ m/s}^2$ и под извесним условима се може сматрати константном величином (у близини површине Земље, уз занемаривање силе отпора ваздуха, ...). Смер убрзања је ка површини Земље (тачније ка центру Земље).

Интензитет брзине v , положај тела на вертикалној, y -оси дуж које се посматра кретање тела и пређени пут (рачунајући од места где се тело пушта да слободно пада, а то је висина h).

Када нема других утицаја, већ делује само сила Земљине теже на убрзање тела, тада сва тела падају једнако-ако су истовремено пуштена да падају, истовремено и стижу до површине. Другим речима, сва тела приликом слободног падања имају једнако убрзање (g).

У општем случају, тело може слободно падати и под утицајем гравитационе силе других астрономских објеката (на другим планетама, сателитима, ...), али другим убрзањем у односу на убрзање g које тела имају на Земљи услед деловања силе Земљине теже.



$$v = gt$$
$$s = \frac{1}{2}gt^2$$
$$y = h - \frac{1}{2}gt^2$$

Слика 16. Слободан пад

2.5.2. Вертикални хитац

Вертикални хитац је једнодимензионално (праволинијско) и једнако-убрзано кретање тела у пољу силе Земљине теже са неком почетном брзином ($v_0 \neq 0$) – тело је бачено у вертикалном правцу (навише или наниже неком почетном брзином). Интензитет убрзања тела је такође $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, а смер убрзања је ка површини Земље (тачније ка центру Земље).

Смер брзине, међутим, може бити и супротан од смера убрзања – када се тело баца навише (вертикални хитац навише), брзина је у почетку усмерена у позитивном смеру у-осе дуж које се посматра положај баченог тела – тело успорава док не достигне максималну висину (брзина тела у том тренутку једнака је нули), а затим слободно пада. Код вертикалног хита наниже, брзина тела и убрзање увек имају исти смер и брзина се непрекидно повећава.



Слика 17. Вертикални хитац

Хитац наниже:

$$v = v_0 + gt$$

$$y = h - (v_0 t + \frac{1}{2} g t^2)$$

Хитац навише:

$$v = v_0 - gt$$

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

2.5.3. Хоризонтални хитац

Хоризонтални хитац је дводимензионално (криволинијско) и сложено кретање тела у пољу силе Земљине теже са неком почетном брзином ($v_0 \neq 0$) – тело је бачено (лансирано, испаљено) у хоризонталном правцу са неке висине. У случају дводимензионалног кретања (по криволинијској путањи), брзина тела се у сваком моменту може разложити на две компоненте – дуж x - и дуж y -осе координатног система везаног за посматрача (обично је то Земљина површина).

Кретање дуж x -осе је равномерно – *брзина је константна*

Кретање дуж y -осе је једнако-убрзано – *брзина расте*.

$$v_x = v_0$$

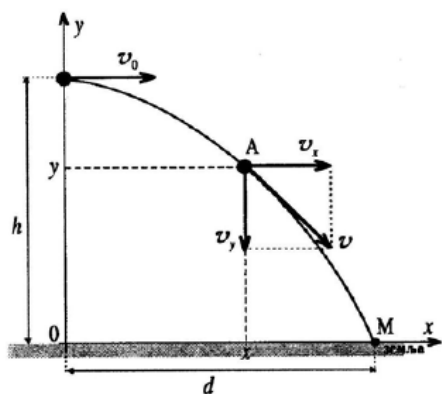
$$x = v_0 t$$

$$v_y = -gt$$

$$y = h - \frac{1}{2}gt^2$$

(слободно падање – убрзање је g ; знак “–” има само физички значај – брзина v_y дуж y -осе је усмерена супротно од позитивног смера y -осе).

Путања тела које се креће у хоризонталном хицу је парабола.



$$y = h - \frac{1}{2v_0^2}gx^2$$

Слика 18. Хоризонтални хитац

У сваком моменту интензитет брзине тела може се наћи на основу познавања компоненти брзине дуж одговарајућих оса:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

У моменту пада на земљу, у-координата тела је $y=0$ (уколико тако поставимо координатни систем) $\Rightarrow$ домет X_d , (на слици је домет d) брзина v_d , угао путање α_d .

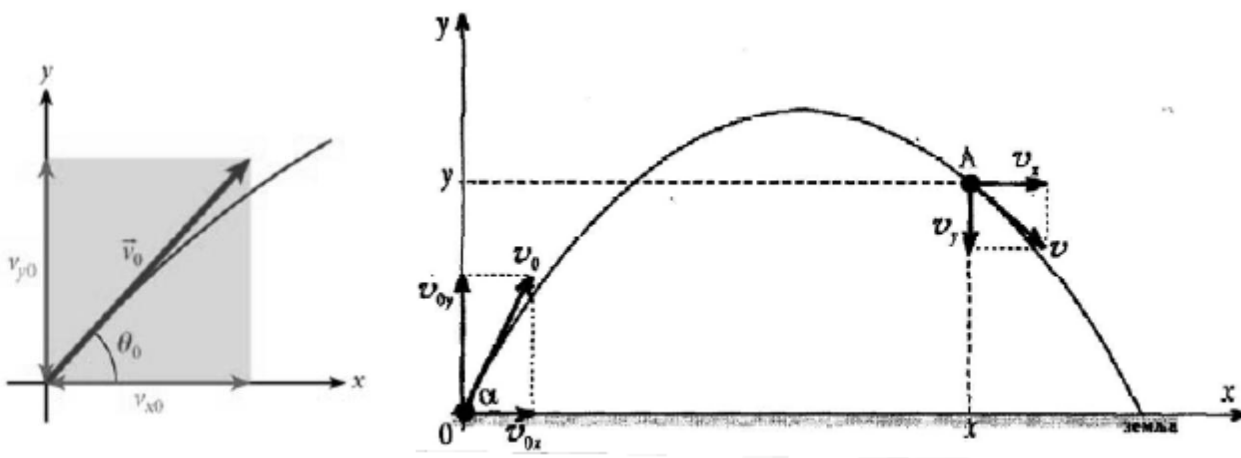
2.5.4. Коси хитац

Коси хитац је дводимензионално (криволинијско) и сложено кретање тела у пољу силе Земљине теже са неком почетном брзином ($v_0 \neq 0$) – тело је бачено поднеким углом у односу на хоризонтални правац. Кретање се може описати као суперпозиција два кретања – дуж x - и дуж y -координатне осе.

Дуж x -осе кретање је равномерно – брзина је константна.

Дуж y -осе кретање је једнако-променљиво – ако је угао избацивања позитиван, брзина дуж y -осе прво опада (вертикални хитац навише), а након достизања максималне висине, брзина мења смер и расте по интензитету (као код слободног падања); у случају негативног угла, брзина дуж y -осе стално расте (вертикални хитац наниже).

Путања тела у косом хицу је парабола.



Слика 19. Коси хитац

X oca:

$$v_x = v_{0x}$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$x = v_{0x} t$$

$$x = v_0 t \cos \alpha$$

Y oca:

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$y = y_0 + v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y = y_0 + v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

Једначина путање има облик:

$$y = y_0 + x \tan \alpha - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

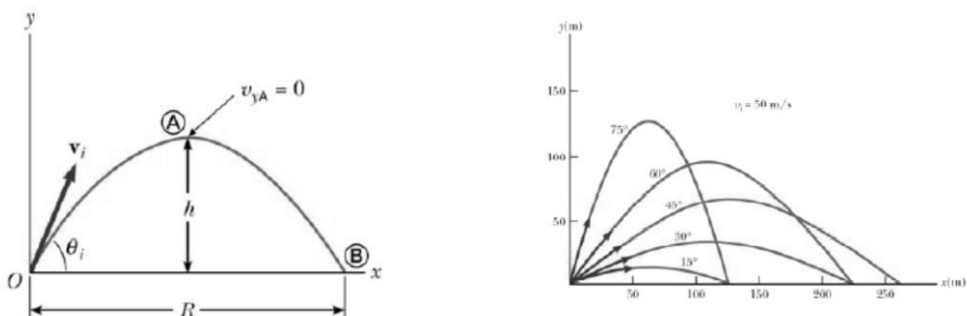
У највишој тачки путање је $v_y=0$ ($v=v_x$) $\Rightarrow$ максимална висина $y_{\max}$. Под условом да је $y_0=0$:

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

У моменту пада на земљу је $y=0 \Rightarrow$ домет x_d , брзина v_d , угао путање α_d :

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

Домет зависи од почетне брзине тела (v_0) и од угла α под којим је испаљен пројектил по путањи косог хица.



Слика 20. Зависност домета од угла α под којим је испаљен пројектил по путањи косог хица.

4. Рачунски задаци

У овом делу рада наведени су примери решених задатака из области „ Кинематика равномерног и равномерно убрзано праволинијског кретања “ према степену тежине (једноставни, сложени и комбиновани) и као посебна група задатака обрађени су графички задаци који показују доследно спровођење правила решавања задатака.

4.1. Прва група задатака

У ову групу спадају најједноставни задаци који се раде на часовима обраде новогградива употребом одговарајућих формула уз помоћ наставника. Задаци су једноставни и лако се решавају. Примери једноставних задатака у којима се до решења долази помоћу познатих формула за равномерно и равномерно убрзано праволинијско кретање. Изражавањем непознате величине из одговарајуће формуле и уврштавањем бројних вредности датих величина долази се до резултата. Овакве типове задатака на тестовима ученици углавном ураде у великом броју.

Задатак 1:

Колика је средња брзина пешака који пређе пут од 1000 m за пола сата?

Решење:

Пешак се креће константном брзином. Да би се израчунала брзина потребан је пређен пут и време за које га је пешак прешао.

$$s = 1000 \text{ m} = 1 \text{ km}$$

$$t = 0,5 \text{ h}$$

$$a = 0 \text{ m/s}^2$$

$$v = ?$$

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

$$v = \frac{1\text{km}}{0,5\text{h}}$$

$$v = 2 \text{ km/h}$$



Задатак 2:

Одредити убрзање ракете чија се брзина у току 0,002 s повећа за 0,1m/s.

Решење:

У услови задатка дате су промена брзине и времена тако да применујући основну формулу за убрзање може се доћи до решења.

$$\Delta v = 2\text{m/s}$$

$$\Delta t = 2\text{s}$$

$$a = ?$$

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

$$a = \frac{0,1\text{m/s}}{0,002\text{s}}$$

$$a = 50 \text{ m/s}^2$$



Убрзање ракете је 50 m/s^2

Задатак 3.

Атлетичар трчи средњом брзином $5,5\text{m/s}$. У финишу трке убрзава са $0,3 \text{ m/s}^2$ и након 6s стиже до циља. Коликом брзином пролази кроз циљ?

Решење:

Пре него што је почео да убрзава, атлетичар је трчао брзином $5,5 \text{ m/s}$, што је његова почетна брзина. Убрзање и време атлетичара је дато у услову задатка, тако да су сви подаци дати и могу се уврстити у формулу.

$$v_0 = 5,5 \text{ m/s}$$

$$a = 0,3 \text{ m/s}^2$$

$$t = 6 \text{ s}$$

$$v = ?$$

$$v = v_0 + at$$

$$v = 5,5 \text{ m/s} + 0,3 \text{ m/s}^2 \cdot 6 \text{ s}$$

$$v = 7,3 \text{ m/s}.$$



Задатак 4.

Тело је бачено вертикално навише брзином 10 m/s . Колику максималну висину достиже тело. Колико времена се креће тело до повратка на земљу?

$$v_0 = 10 \text{ m/s}$$

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

$$H_{\max} = ?$$

$$t_u = ?$$

Решење:

Вертикални хитац је пример равномерног успореног кретања. Интензитет убрзања тела је $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, а смер убрзања је ка површини Земље (тачније ка центру Земље). Тело у највишој тачки за тренутак стане има брзину једнаку нули, а време које му је потребно да дође у највишу тачку је време пењања t_p .

$$v = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow H_{\max}; t_p$$

$$v = v_0 - gt$$

$$0 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s} - 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot t_p$$

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

$$H_{\max} = v_0 t_p - \frac{1}{2} g t_p^2$$

$$9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t_p = 10 \text{ m/s}$$

$$t_p = \frac{10 \text{ m/s}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t_p = 1,02\text{s} \approx 1\text{s}$$

$$H_{max} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ s} - \frac{1}{2} 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (1 \text{ s})^2$$

$$H_{max} = 5\text{m}$$

Укупно време кретања $t_u = 2 \cdot t_p = 2\text{s}$.

4.2. Друга група задатака

С обзиром да се овакви задаци реализују са децом после оних најједноставнијих када су деца, вежбајући их, већ научила формуле и мерне јединице одговарајућих физичких величина, они не представљају проблем бар за већину ученика у одељењу. Избор задатака је такав да у процесу мишљења код деце ангажије осим разумевања, анализу и синтезу, компарацију и др.

Према многим истраживањима психолога који проверавају и потврђују теоријска разматрања о интелектуалном развоју деце, неопходно је да већина задатака који се вежбају на часу, буду средње тешки задаци. Њихово решавање мотивише ученике, омогућава успех, а неки од оваких задатака подстиче и зону напредног развоја код деце.

Задатак 1:

Аутомобил почиње да се креће праволинијски из мировања са убрзањем $1,5 \text{ m/s}^2$. За које време ће се време померити за 12m ? Колика је тренутна брзина аутомобила након тог пређеног пута? Колика је средња брзина аутомобила?

Решење:

$$a = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$s = 12 \text{ m}$$

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_{sr} = ?$$

$$t = ?$$

$$v = ?$$

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

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12\text{m}}{1,5\text{m/s}^2}}$$



$$t = 4\text{s}$$

$$v = at$$

$$v = 1,5\text{m/s}^2 \cdot 4\text{s}$$

$$v = 6\text{m/s}$$

$$v_{sr} = \frac{s}{t}$$

$$v_{sr} = \frac{12\text{m}}{4\text{s}}$$

$$v_{sr} = 3\text{ m/s}$$

Задатак 2:

Након 40s од поласка брода кроз пристаниште, за њим је кренуо глисер који се креће убрзањем $0,5\text{ m/s}^2$. После 40s од свог поласка глисер је стигао брод. Наћи брзину којом се креће брод ако је она константна.

Решење:

Глисер се креће равномерно убрзано, а брод има константну брзину. Пошто је глисер стигао брод, пређени пут глисера и брода су исти.

$$t_g = t_b - 40\text{ s}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2$$

$$v_{0g} = 0\text{ m/s}$$

$$v_b = \text{const}$$

$$v_b = ?$$

$$t_g = 40 \text{ s} \quad t_b = 80 \text{ s}$$

$$s_g = \frac{a \cdot t_g^2}{2} = \frac{0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (40 \text{ s})^2}{2}$$

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

$$s_b = v_b \cdot t_b$$

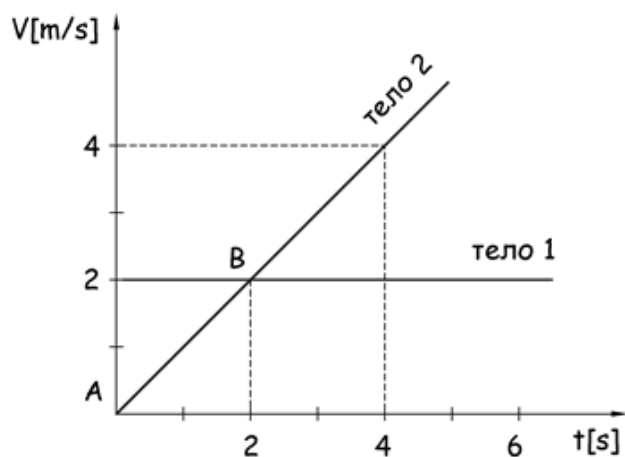
$$s_g = s_b$$

$$400 \text{ m} = v_b \cdot 80 \text{ s}$$

$$v_b = 5 \text{ m/s}$$

Задатак 3:

На слици су приказане зависности брзина двају тела од времена. Ако су оба тела кренула истовремено из истог положаја, наћи после колико времена ће се они поново срести и на ком растојању од почетног положаја.



Решење:

Са графика видимо да се тело 1 креће са константном брзином, а тело 2 се креће равномерно убрзано праволинијски без почетне брзине.

Тело 1:

$$v_1 = 2 \text{ m/s}$$

$$s_1 = v_1 \cdot t_1$$

$$s_1 = 2 \text{ m/s} \cdot t_1$$

Тело 2:

Убрзање се може одредити из података прочитаних са графика

$$v_A = 0 \text{ m/s}$$

$$v_B = 2 \text{ m/s}$$

$$t_A = 0 \text{ s}$$

$$t_B = 2 \text{ s}$$

$$a = \frac{v_B - v_A}{t_B - t_A} = \frac{2 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{2 \text{ s} - 0 \text{ s}}$$

$$a = 1 \text{ m/s}^2$$

$$s_2 = \frac{a \cdot t_2^2}{2} = \frac{1 \text{ m/s}^2 \cdot t_2^2}{2}$$

До сусрета оба тела пређу за исто време исти пут.

$$s_1 = s_2 = s$$

$$t_1 = t_2 = t$$

$$\frac{1 \text{ m/s}^2 \cdot t^2}{2} = 2 \text{ m/s} \cdot t$$

$t = 4 \text{ s}$, време сусрета

$s = 8 \text{ m}$, место сусрета.

Задатак 4:

Три витеза таме нашла су се на ратном пољу. Видевши један другог схватили су да морају да се боре да би доказали ко је најјачи од њих. Пошто су се уморили од наношења зла (била им је напорна недеља : пар спаљених села, хватање немоћних хобита и други зли послови...) одлучили су да ко реши овај проблем он је најмоћнији и највише зао од њих свих. Проблем гласи:

Слуга је добио задатак да очисти торањ. Увек га је занимало колико је тај торањ висок? Одлучио је да са торња баци камен 20 m/s у хоризонтално правцу. Када је сишао са торња, камен се налазио на дупно већој раздаљини него што је висина торња. На којој удаљености је камен пао? Колико је слуга израчунао да је висина торња? Ко је тачно одговорио?



Решење од : Voldemort-a

$$X = 50,2 \text{ m}$$

$$H = 25,1 \text{ m}$$



Решење од : Darth Vader-a

$$X = 40,77 \text{ m}$$

$$H = 20,38 \text{ m}$$



Решење од : Sauron-a

$$X = 43 \text{ m}$$

$$H = 21,5 \text{ m}$$

Решење:

Често питање ученика је : „Зашто ми ово учимо и где је применљиво?“, „зашто увек радимо задатке са телом и лоптом“.... Да би се ученици заинтересовали за градиво и решавање задатака треба им (не превише често) направити неки задатак са њиховим интересовањима. Овде је дат један такав пример. У питању је хоризонтални хитац.

Кретање дуж x-осе је равномерно – *брзина је константна*

Кретање дуж y-осе је једнако-убрзано – *брзина расте*.

$$v_x = v_0$$

$$x = v_0 t$$

$$v_y = gt$$

$$H = \frac{1}{2}gt^2$$

Путања тела које се креће у хоризонталном хицу је парабола.

$$v_0 = 20 \text{ m/s}$$

$$x = 2 \cdot H$$

У овом задатку се тражи домет камена (x).

$$x = v_0 t$$

$$H = \frac{1}{2}gt^2$$

Из услова задатка имамо:

$$H = \frac{x}{2}$$

$$\frac{x}{2} = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\frac{v_0 t}{2} = \frac{1}{2}gt^2$$

После скраћивања добијамо :

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

Уврштавамо у формулу за домет ($x = v_0 t$) и добијамо:

$$x = v_0 \frac{v_0}{g} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{(20 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$x = 40,77\text{m}$$

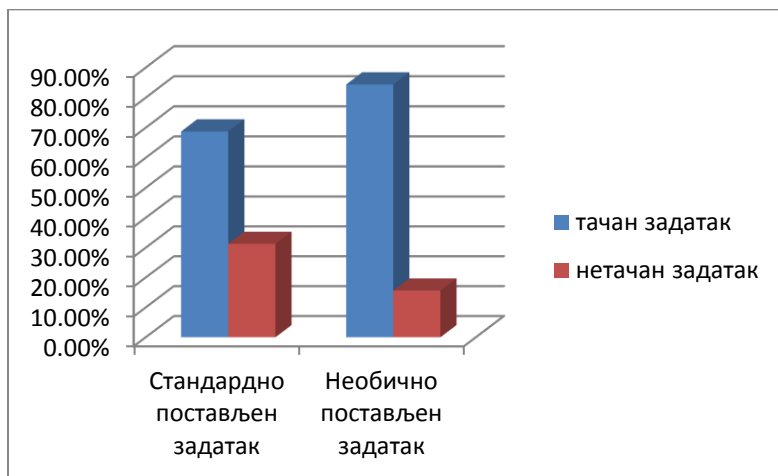
$$H = 20,38\text{m}$$

Победио је Darth Vader.

На овом задатку направљено је мало истраживање. У истраживању суучествовала два одељења техничке школе „9. Мај“ из Бачке Паланке. Једно одељење је радило баш овај задатак, а друго одељење је радило исти задатак само другачије формулисан: Дечак се налази на врху зграде, бацио је лопту брзином 20 m/s у хоризонтално правцу. Када је сишао са зграде, лопта се налазила на дупло већој раздаљини него што је висина зграде. Наћи висину зграде и удаљеност на којој је лопта пала.

Идеја је била да се испита да ли ће бити боље урађен задатак ако је текст прилагођен интересовањима ученика? У разреду које је радило „необичан задатак“ (прилагођен интересовањима ученика), од 32 ученика тачно га је урадило њих 27, што је 84,3%. У разреду које је радило стандардан задатак од 31 ученика тачно га је урадило 21 ученика, што је 67.74%.

Видисе да су ученици боље урадили задатак са витезовима таме. Иако је статистика на страни овог задатка, морасе напоменути да је статистички узорак мали. У разговору са ученицима о задацима, већина њих је рекла да им је свеједно какав је текст задатка, неколицина њих је била одушевљена задтком са витезовима таме. Можерећи да су они ученици који сунаучили теорију за овај задатак, добро урадили задатак, а да га јепар ученика због самог текста покушало да уради, а неки од њих су били успешни. Да је било више ученика закључак би био прецизнији.



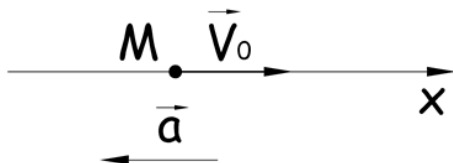
Слика 21. Приказ успешности решавања задатка

4.3. Трећа група задатака

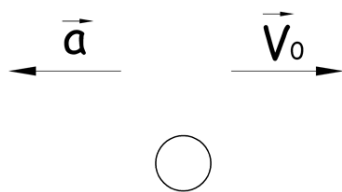
Трећа група задатака садржи задатке који ангажују, у највећој мери, више мисаоне процесе: решавање проблема и креативност. При решавању задатака из физике, значајно је повезивати графичке са квантитативним задацима и обрнуто, као и нацртати цртеж, где год је то потребно, могуће и оправдано, због визуелне представе физичке појаве у конкретном задатку.

Задатак 1:

Материјална тачка креће се са убрзањем 1 m/s^2 и почетном брзином (слика). Колики пут ће она прећи за 7s ? Колику ће тада имати брзину



Решење:



Тачка успорава јер су вектори убрзања и брзине супротни

$$a = 1 \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = 5 \text{ m/s}$$

$$s_{uk} = ?$$

$$v = ?$$

Прво се рачуна зауставни пут ($v = 0 \text{ m/s}$)

$$v = v_0 - at$$

$$0 = 5 \text{ m/s} - 1 \text{ m/s}^2 \cdot t$$

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

$$s(5) = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$s(5) = 5 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 1 \text{ m/s}^2 \cdot (5 \text{ s})^2$$

$$s(5) = 12,5 \text{ m}$$

Након 5 секунди тачка прелази 12,5m и зауставља се. Преостале 2 секунде тачка се креће убрзано у супротном смеру без почетне брзине.

$$s_2 = \frac{a \cdot t_2^2}{2}$$

$$s_2 = \frac{1 \text{ m/s}^2 \cdot (2 \text{ s})^2}{2}$$

$$s_2 = 2 \text{ m}$$

$$s_{uk} = s_1 + s_2$$

$$s_{uk} = 12,5 \text{ m} + 2 \text{ m} = 14,5 \text{ m}$$

Њена брзина је :

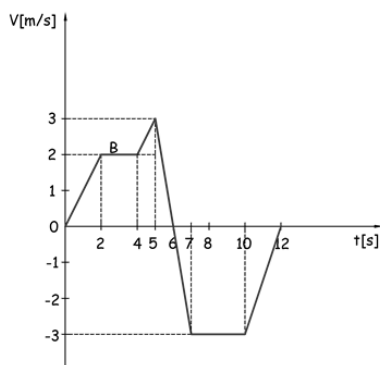
$$v = v_0 + at_2$$

$$v = 0 \text{ m/s} + 1 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ s}$$

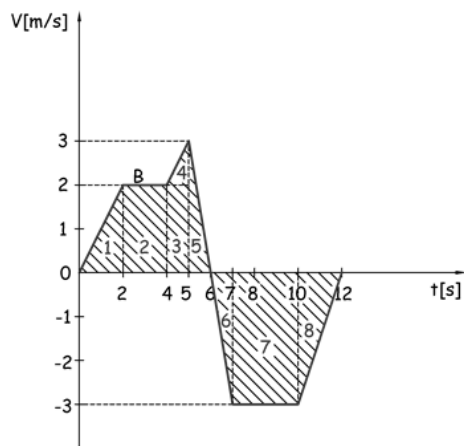
$$v = 2 \text{ m/s}$$

Задатак 2:

Колика је средња брзина тела за првих 12 секунди кретања ако се његова брзина током времена мења по датом графику:



Решење:



$$v_{sr} = ?$$

Пређени пут једнак је површини на графику.

$$s = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8$$

$$s = \frac{2\text{m/s} \cdot 2\text{s}}{2} + 2\text{m/s} \cdot 2\text{s} + 2\text{m/s} \cdot 1\text{s} + \frac{1\text{m/s} \cdot 1\text{s}}{2} + 2 \cdot \frac{1\text{s} \cdot 3\text{m/s}}{2} + 3\text{m/s} \cdot 3\text{s} + \frac{2\text{s} \cdot 3\text{m/s}}{2}$$

$$s = 23,5\text{m}$$

$$v_{sr} = \frac{s}{t} = 1,96 \text{ m/s}$$

Задатак 3:

У тренутку када је машиновођа приметио црвено светло на семафору локомотива сеназила на растојању 400m од семафора и имала је брзину 54 km/h. У истом тренутку почиње кочење. Одредити положај локомотиве у односу на семафор 1min након почетка кочења, уколико се она креће са убрзањем $-0,3\text{m/s}^2$.

Решење :

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

$$v_0=54\text{ km/h}=15\text{m/s}$$

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

$$a = - 0,3\text{ m/s}^2$$

$$l=?$$

$$v = v_0 - at_1$$

$$0\text{m/s} = 15\text{m/s} - 0,3\text{m/s}^2 t_1$$

$$t_1 = 50\text{s} - \text{за ово време локомотива се зауставља}$$

$$s = v_0 \cdot t_1 + \frac{1}{2} a \cdot t_1^2$$

$$s = 15\text{m/s} \cdot 50\text{s} + \frac{1}{2} 0,3\text{m/s}^2 \cdot (50\text{s})^2$$

$$s = 375\text{m} - \text{пут који пређе до заустављања}$$

$$l=L-s=400\text{m}-375\text{m}=25\text{m} - \text{на овом растојању испред семафора стајаће } 10\text{ s}.$$

Задатак 4.

Композиција воза се састоји од вагона исте дужине. Посматрач, који у тренутку поласка воза стоји поред предње стране првог вагона, приметио је да је овај вагон прошао поред њега за време $t_1 = 4\text{s}$. Ако се воз креће равномерно убрзано, одредити колико ће времена поред посматрача пролазити девети вагон. Занемарити растојање између вагона.

Решење :

Посматрајмо кретање првог, првих осам и првих девет вагона. Пошто су сва ова кретања равномерно убрзана, без почетне брзине, пређени путеви и одговарајућа времена проласка поред посматрача, повезани су једначинама :

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

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

па је формула која се користи са све вагоне:

$$l = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$l = \frac{1}{2} a \cdot t_1^2 \qquad 8l = \frac{1}{2} a \cdot t_8^2 \qquad 9l = \frac{1}{2} a \cdot t_9^2$$

Време кретања деветог вагона поред посматрача је једнако разлици времена проласка првих девет (t_9) и времена проласка првих осам вагона (t_8), односно:

$$\Delta t = t_9 - t_8 = t_1(3 - 2\sqrt{2}) = 0,7\text{s}$$

4.4 Четврта група задатака

Ова група задатака припада групи такмичарских задатака, и намењена је ученицима чије могућности и интересовања превазилазе обавезан програм физике у школи, ученицима који су талентовани, воле физику и желе да учествују и освајају награде на такмичењима из физике.

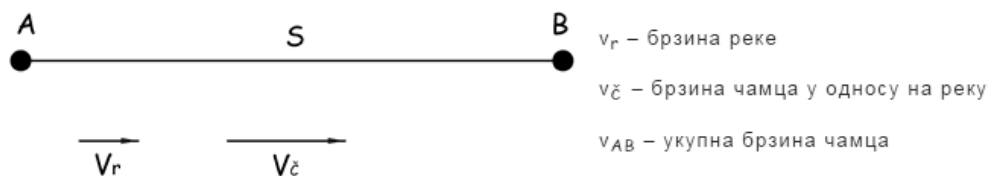
Задатак 1:

Чамац се креће од места А до места Б (на истој обали реке) и назад. При кретању узводно утроши три пута више времена него када плови низводно. Наћи брзину чамца у односу на воду и брзину речног тока ако је средња брзина чамца на целом путу 3 km/h (у односу на обалу).

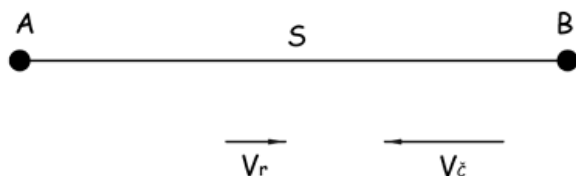
Решење:

$$t_{BA} = 3 \cdot t_{AB}$$

$$v_r, v_{\zeta} = ?$$



$$v_{AB} = v_r + v_{\zeta} = \frac{S}{t}$$



$$v_{BA} = v_r - v_{\zeta} = \frac{S}{3 \cdot t}$$

$$v_{sr} = \frac{s_{AB} + s_{BA}}{t_{AB} + t_{BA}}$$

$$3 = \frac{s_{AB} + s_{BA}}{t_{AB} + t_{BA}}$$

$$3 = \frac{2s}{4t}$$

$$6 = \frac{s}{t}$$

$$v_r + v_{\check{c}} = \frac{s}{t} = 6$$

$$v_r - v_{\check{c}} = \frac{s}{3 \cdot t} = \frac{6}{3} = 2$$

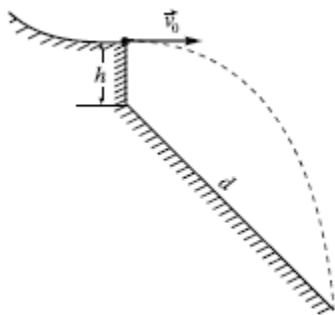
Сабирањем ових једначина добијамо:

$$2 \cdot v_{\check{c}} = 8$$

$$v_{\check{c}} = 4 \text{ km/h}$$

$$v_r = 2 \text{ km/h.}$$

Задатак 2.



Скакач напушта рампу скакаонице брзином $v = 34 \text{ m/s}$ у хоризонталном смеру. Висина рампе износи $h = 4,2 \text{ m}$ у односу на подножје, које заклапа угао 45° према хоризонтали (види слику). Одредити дужину скока скакача d , тј. растојање између подножја скакаонице и места где скакач додирне подлогу, ако се трења занемарују.

Решење:

Скакач се може сматрати материјалном тачком у описаном кретању, које се одвија по законима кретања косог хица. Ако координатни систем поставимо као на слици у решењу задатка, једначине кретања скакача имају облик:

$$x = vt$$

$$y = -h - \frac{1}{2}gt^2$$

Елиминацијом времена из ових једначина, може се добити једначина путање скакача, која има облик:

$$y = -h - \frac{gx^2}{2v^2}$$

Пошто је подлога нагнута под углом од 45° у односу на хоризонталу, додирна тачка скакача са подлогом је спуштена испод подножја за исто растојање x_0 , које скакач пређе дуж x - осе (види слику у решењу). Уврштавањем координата места додира скакача и подлоге ($y = -h - x_0$ и $x = x_0$) у једначину путање, може се добити:

$$-h - x_0 = -h - \frac{gx_0^2}{2v^2}$$

односно:

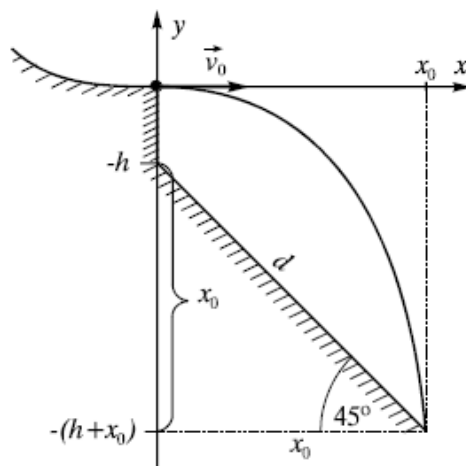
$$gx_0^2 - 2v^2x_0 - 2v^2h = 0$$

Решења ове квадратне једначине по x_0 су:

$$x_{01/2} = \frac{v^2 \pm \sqrt{v^4 + 2v^2gh}}{g}$$

Физички смисао има само позитивно решење једначина, па тражено решење износи:

$$d = \sqrt{2x_0} = \frac{\sqrt{2v}}{g} (v + \sqrt{v^2 + 2gh}) \approx 338m.$$



Задатак 3.

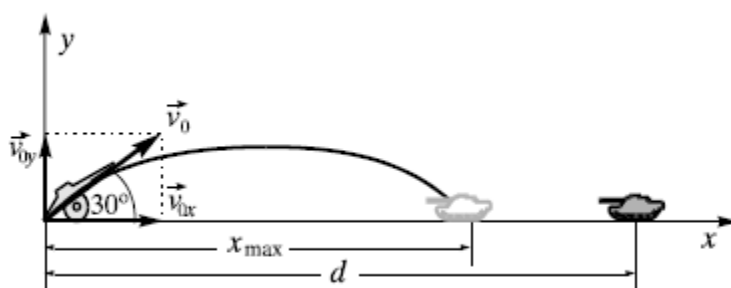
Тенк се креће по правој путањи према топу сталном брзином $v = 36 \text{ km/h}$. Којом почетном брзином треба испалити гранату из топа, под углом $\alpha = 30^\circ$, да би погодила тенк, који се у тренутку испаљивања налазио на растојању $d = 8 \text{ km}$?

Решење:

Испаљена граната се креће као коси хитац (види слику). Из геометријских односа следи да компоненте почетне брзине гранате у смеру координатних оса износе:

$$v_{0x} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$v_{0y} = \frac{1}{2} v_0$$



Домет гранате, као домет косог хица, износи:

$$x_{max} = \frac{2v_{0x}v_{0y}}{g} = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{2g}$$

Укупно време лета гранате, као време кретања косог хица, износи:

$$t_u = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{v_0}{g}$$

За време лета гранате тенк прелази пут:

$$s = vt_u = \frac{vv_0}{g}$$

Да би граната погодила тенк, домет гранате мора бити једнак разлици почетног растојања топ - тенк и пута који тенк пређе за време лета гранате ($x_{max}=d-s$). Уврштавањем добијених величина у ову једнакост, и сређивањем израза, може се добити квадратна једначина за одређивање тражене почетне брзине гранате:

$$\sqrt{3}v_0^2 + 2vv_0 - 2gd = 0$$

Физички смисао има само позитивно решење једначине, па тражена почетна брзина гранате износи:

$$v_0 = \frac{-2v + \sqrt{4v^2 + 8\sqrt{3}gd}}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}v}{3} \left(\sqrt{1 + \frac{2\sqrt{3}gd}{v^2}} - 1 \right) \approx 295 \frac{m}{s}.$$

4. Закључак

Успех извођења наставе физике зависи од тога колико су стечена знања применљива. Да би се у настави физике стекло применљиво и трајније знање потребно је познавање физичких величина, појава и њихових закона, али су потребне и посебне припреме и увежбавања што се постиже решавањем задатака. Због великог значаја задатака у настави физике учење методологије решавања задатака је један од основних задатака сваког наставника у школи.

Правилан избор задатака је од великог значаја у наставном процесу физике. Потребно је водити рачуна о редоследу задатака који се презентују ученицима, кренути од најлакших примера, очигледних и по могућности свима добро познатих ствари, и ићи ка сложенијим примерима и проблемским задацима. На тај начин се теорија може много боље савладати, знања ученика су трајнија, а код ученика се развија логика, креативност и способност примене стеченог знања.

Настава физике се у потпуности остварује решавањем квалитативних и квантитативних, експерименталних и графичких задатака. При решавању рачунских задатака из физике, у задатку прво треба на прави начин сагледати физичке садржаје, па тек онда прећи на математичко формулисање и израчунавање. Да би код ученика развили интересовање за физику потребно је и да се текстови задатака прилагоде свакодневним и интересантним догађајима.

5. Литература

1. Томислав Петровић (1993), Дидактика физике- теорија наставе физике, Београд
2. др Слободан Попов, др Стипан Јукић (2006), Педагогија, Нови Сад
3. Милан О. Распоповић (1992), Методика наставе физике, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд,
4. Наташа Чалуковић (2012), Збирка задатака из физике за први разред математичке гимназије збирка задатака , Круг, Београд
5. Милан Распоповић, Светозар Божин, Иван Васиљевић, Емило Даниловић, Приручник из физике са збирком задатака и лабораторијским вежбама за први разред гимназије, Завод за уџбенике и наставна средства Београд, 1994
6. др Томислав Петровић, Дидактика физике – теорија наставе физике, Београд, 1994.
7. Милан О. Распоповић, Методика наставе физике, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1992
8. др Душанка Ж. Обадовић, Једноставни експерименти у настави физике, Нови Сад, 2006/2007
9. Мићо М.Митровић, збирка задатака везаних за такмичење из физике (1990-1995)
10. Часопис „Млади физичар“

Биографија



Невена Игњатов је рођена 26.05.1988. године у Новом Саду. Основну школу „Доситеј Обрадовић“ из Новог Сада је завршила 2003. године и исте године је уписала гимназију природно-математичког смера „Исидора Секулић“ из Новог Сада. Основне студије из физике је завршила на Природно-математичком факултету у Новом Саду 2011. године, из области медицинска физика. Мастер студије из области медицинска физика је завршила 2013. године и добила звање – мастер физичар. Исте године полаже предмете из психолошких, педагошких и методичких дисциплина на филозофском факултету Универзитета у Нишу и уписује Мастер академске студије из студијског програма: професор физике.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

ТД

Монографска документација

Тип записа:

ТЗ

Текстуални штампани материјал

Врста рада:

ВР

Мастер рад

Аутор:

АУ

Невена Игњатов

Ментор:

МН

Др Маја Стојановић

Наслов рада:

НР

Решавање рачунских задатака из наставних јединица: Равномерно и павномерно променљиво праволинијско кретање

Језик публикације:

ЈП

српски (ћирилица)

Језик извода:

ЈИ

српски/енглески

Земља публикаовања:

ЗП

Србија

Уже географско подручје:

УГП

Војводина

Година:

ГО

2016.

Издавач:

ИЗ

Ауторски репринт

Место и адреса:

МА

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

Физичи опис рада:

ФО

Научна област:
НО

Професор физике

Научна дисциплина:
НД

Физика

Предметна одредница/ кључне речи:
ПО УДК

решавање рачунских задатака, равномерно кретање,
равномерно променљиво праволинијско кретање

Чува се :
ЧУ

Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом
Саду

Важна напомена:
ВН

Нема

Извод:
ИЗ

У процесу учења велики значај имају рачунски задаци. Успешно извођење наставе физике се не може остварити ако се претходно усвојена теоријска основа не добије свој практични смисао и не конкретизује кроз израду рачунских задатака. 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 везбањем на различитим примерима се повећава шанса да се тематика детаљније разуме и знање трајно усвоји.

Датум прихватања теме од НН већа:
ДП

Октобар, 2016.

Датум одбране:
ДО

31.10.2016.

Чланови комисије:
КО

Председник:

Др Соња Скубан

члан:

Др Оливера Клисурић

члан:

Др Маја Стојановић

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

DT

Monograph publication

Type of record:

TR

Textual printed material

Content code:

CC

Final paper

Author:

AU

Nevena Ignjatov

Mentor/comentor:

MN

Dr Maja Stojanović

Title:

TI

Solving problems from teaching units: Uniform and uniformly accelerated rectilinear motion.

Language of text:

LT

Serbian (Cyrilics)

Language of abstract:

LA

English

Country of publication:

CP

Serbia

Locality of publication:

LP

Vojvodina

Publication year:

PY

2016

Publisher:

PU

Author's reprint

Publication place:

PP

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

Physical description:

PD

Scientific field:

SF

Professor of Physics

Scientific discipline:
SD

Physics

Subject/ Key words:
SKW UC

solving problems, uniform motion, uniformly
accelerated rectilinear motion

Holding data:
HD

Library of Department of Physics, Trg Dositeja
Obradovića 4

Note:
N

none

Abstract:
AB

Solving problems and computational tasks have an important role in the process of learning. Successful teaching of physics can not be achieved if previously accepted theoretical basis does not get his practical sense and not concretized through the creation of computational tasks and solving problems. They are the ideal platform for interconnection and prove theoretical assumptions and concepts, where the ability to solve the tasks determined by the degree of understanding and mastering the basic physical laws. Constant repetition of tasks increases chance to understand the topic in more detail and knowledge permanently adopted.

Accepted by the Scientific Board:
ASB

October, 2016.

Defended on:
DE

31.10.2016

Thesis defend board:
DB

President:

Dr Sonja Skuban

Member:

Dr Olivera Klisurić

Member:

Dr Maja Stojanović