



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



Obrada nastavne teme *Kinematika* u prvom razredu za srednje stručne škole

- master rad -

Profesor:

dr Sonja Skuban

Kandidat:

Emeše Nad Abonji

Novi Sad, 2017

Sadržaj:

1.	Uvod.....	4
2.	Planovi rada nastavnika.....	6
2.1.	Razvojni plan	6
2.2.	Standardi za prvi razred	9
2.3.	Godišnji plan rada	12
2.4.	Operativni plan.....	17
2.4.1.	Prvi primer operativnog plana.....	17
2.4.2.	Drugi primer operativnog plana.....	19
3.	Teorijski uvod.....	21
3.1.	Kretanje sa ubrzanjem g	21
3.1.1.	Vertikalni hitac:.....	21
3.1.2.	Horizontalni hitac	24
3.1.3.	Kosi hitac	26
4.	Sistematizacija gradiva.....	28
5.	Računski zadaci	30
5.1.	Kvalitativni zadaci.....	31
5.2.	Kvantitativni zadaci.....	32
5.3.	Grafički zadaci	35
6.	Eksperimentalne vežbe predviđene planom i programom.....	39
6.1.	Atvudova mašina	40
7.	Jednostavni eksperimenti	41
7.1.	Slobodan pad povezanih novčića	41
7.2.	Slobodan pad – bestežinsko stanje.....	42
7.3.	Brže od slobodnog pada.....	43
8.	Multimedijalno demonstriranje.....	44
8.1.	Video snimci.....	44

8.1.1.	Horizontalan i kosi hitac.....	45
8.1.2.	Oblik putanja	46
8.2.	Simulacije.....	49
8.2.1.	Simulacija: Kretanje projektila (Jeremija pali topa!)	49
8.2.2.	Simulacija: Strma ravan	50
8.3.	Animacije	51
9.	Zaključak	52
10.	Literatura.....	53

Za izradu ovog rada zahvaljujem se svojoj mentorki dr Sonji Skuban. Posebno zahvalnost dugujem dr Maji Stojanović čiji su mi saveti puno značili.

Za nesebičnu pomoć u toku studiranja zahvaljujem se i svojim prijateljima i kolegama, posebno Zoltanu Vargi koji mi je uvek davao moralnu podršku, i Elviri Đordjević koja mi je puno pomogla u završavanju master studija.

Zahvalnost dugujem i svojoj porodici, bliskim rođacima i prijateljima i svima meni dragim osobama.

Ovaj rad posvećujem svojoj mami koja mi je bila bezuslovna podrška u svemu, kao i svom mužu, Zoltanu Salmi, što je imao poverenja u mene i bio mi oslonac i podrška tokom studiranja.

A tati zahvaljujem za duge razgovore o nekim fizičkim pojavama, koji su mi bili inspiracija i motivacija za predavanja u gimnaziji i što mi je ulio samopouzdanje, toliko neophodno u profesorskom životu.

Emeš

1. Uvod

Na osnovnim studijama, na smeru profesor fizike, u svakom predmetu koji je bio vezan za metodiku nastave fizike naglašen je značaj eksperimentalnih vežbi. Svi se slažu u tome da pored frontalnih predavanja, rada u grupama, izrade računskih zadataka i primena jednostavnih eksperimenata je veoma bitna. Jednostavni eksperimenti pogodni su za demonstraciju i realizaciju teme koja se obrađuje primenom naučnog metoda. Eksperimenti su rađeni tako da učenici sami postavljaju pretpostavke, istražuju, razmenjuju iskustva i dolaze do zaključaka. Ovakav pristup pruža učenicima veliku autonomiju, podstiče razvoj njihove samostalnosti i kreativnosti u procesu istraživanja, koja vode ka potpunom opisivanju pojave koja se istražuje.

Dok sam studirala mislila sam da će jednog dana, kad budem profesorica, svake nedelje izvoditi bar jedan eksperiment. Naučila sam da su demonstracioni i jednostavni eksperimenti lako izvodljivi i da ne zahtevaju skupe uređaje da bi se pokazao neki pojam. Mada, otkad radim u školi već vidim da to ipak nije toliko jednostavno. Što je jeftiniji eksperiment, toliko treba više truda i pripreme, i naravno nikad ne možemo izmeriti tačan rezultat već to nam služi samo da pokažemo osnovu ideje. I naravno, pored ogromnog gradiva teško je naći vremena za dodatni rad. U Senti sam predavala fiziku u gimnaziji za talentovane učenike „Boljai“ na matematičkom smeru. Pored tog smera, u ovoj gimnaziji postoji i drugi smer – likovni tehničar. Ovo ipak nije gimnazija, već je stručna škola, i naravno imaju mnogo manje časova fizike nego matematičari. Kod njih, i matematika i fizika se uče samo u prvom i u drugom razredu, a posle toga imaju više stručnih predmeta i prakse. Zbog toga je toliko teško predavati, jer nemamo vremena da uđemo u detalje, već samo ponavljamo ono što su učili u osnovnoj školi. U prvoj godini ima ukupno 74 časova, i od toga 8 časova je predviđeno za laboratorijske vežbe, koje su predviđene planom i programom. Za izvođenje tih standardnih eksperimenta često fali neki od uređaja i tada se umesto njih često koriste neki jednostavni eksperimenti ili se puštaju video snimci đacima. S obzirom na to, da je u školama još uvek dominantan klasičan metod nastave, neophodno ga je prilagoditi savremenoj eri, tj. uvesti primenu sredstava savremene tehnologije i podići nivo interaktivnosti učenika. Likovni tehničari, odnosno učenici koji nisu orijentisani prema prirodno-matematičkim naukama, su potpuno drugačiji od matematičara. Oni mnogo lakše prihvataju vizuelne forme prikaza gradiva i na taj način efektivnije uče. Zbog toga bi nastavnici trebalo da ponude sadržaj, koji se radije gleda i opaža, nego predaje i sluša. Korišćenjem predmeta i materijala iz svakodnevnog života u demonstracionim vežbama podstičemo razvijenje radozonalosti i interesa za fizičke pojave, kao i istraživački pristup prirodnim naukama. Na taj način učenicima nastava deluje interesantnijom u poređenju sa klasičnim

pristupom, a pri tom postoji mogućnost da aparaturom za izvođenje demonstracionih vežbi prave sami, što znatno doprinosi ideji o većem angažmanu učenika.

U nastavi sam do sad najviše koristila video snimke. Za to imam više razloga. Prvo to ne zahteva dugačku pripremu, a drugo oni su đacima mnogo interesantniji. Čak i od eksperimenta koji mogu sami da izvode. Pretpostavljam, da se ova generacija navikla, da sve informacije mogu dobiti digitalno, gledanjem na nekom ekranu – što i nije loše, samo treba prilagođavati i malo promeniti plan. Treća stvar zbog čega volim video snimke je to da ne traju dugo, samo 2-3 minuta, ali za objašnjenje iste pojave na tabli bi trebalo bar 20 minuta, jer nam fali treća dimenzija. Ako imamo računar i projektor u učionici onda to možemo koristiti u bilo kom trenutku časa, pa đacima služi i kao osveženje od suvog gradiva ili računske vežbe.

Tema ovog master rada je Obrada nastavne teme „Kinematika“ u prvom razredu za srednje stručne škole. Toj oblasti pripadaju teme slobodan pad, kosi hitac i kružno kretanje, o čemu se uči malo u šestom i sedmom razredu, a u stručnim školama i u gimnazijama je ova tema predviđena za učenike prvog razreda.

Posle uvodnog dela, drugo poglavlje master rada se bavi sa planovima rada nastavnika, gde su navedeni savremeni priručnici metodici fizike, odnosno obrazovni standardi, godišnji i operativni planovi rada nastavnika, koji su neophodni za praćenje rada nastavnika i učenika. Zatim sledi teorijski uvod o temi Kinematika i formule koje se koriste u ovoj oblasti. Naglašen je i značaj sistematizacije gradiva, i dat primer za ponavljanje gradiva različitih tipova hitaca. U nastavku rada više se govori o demonstracionim, jednostavnim i multimedijalnim eksperimentima u fizici, koji pomažu rad nastavnika. Ovi eksperimenti su bitni delovi predavanja, što potvrđuje i ovaj master rad.

2. Planovi rada nastavnika

2.1.Razvojni plan

U razvojnom planu nastavnicima je dat program za jednu školsku godinu određenog razreda. Osim toga predviđeni su ciljevi i zadaci predmeta. Od ovih ciljeva bih istakla ospozobljavanje učenika za primenu znanja u struci i u svakodnevnom životu, jer po mom mišljenju to je najbitnije, i te ciljeve sam i ja pratila. Zbog toga sam uvela više vizualnih eksperimenata i eksperimentisanje sa bojama, crtanje grafika, itd. Ovde je dat razvojni plan za fiziku u prvom razredu srednje stručne škole.

Ciljevi

Cilj nastave fizike u srednjoj stručnoj školi jeste sticanje funkcionalne pismenosti (prirodno-naučne i tehničke) i znanja o fizičkim pojavama i procesima i ospozobljavanje učenika za **primenu znanja u struci** i svakodnevnom životu, sticanje radnih navika, odgovornosti i sposobnosti za samostalan rad i za timski rad, formiranje osnove za dalje obrazovanje.

Zadaci predmeta su da učenici:

- razvijaju prirodno-naučnu i tehničku pismenost;
- stiču znanja o fizičkim pojavama značajnim za struku i razumeju osnovne fizičke zakone;
- razvijaju svest o značaju eksperimenta u saznavanju, razumevanju i proveravanju fizičkih zakona;
- steknu sposobnost za uočavanje, formulisanje, i rešavanje jednostavnijih problema;
- razvijaju logičko i apstraktno mišljenje i kritički stav u mišljenju;
- shvate značaj fizike za tehniku i prirodne nauke;
- razvijaju sposobnosti i veštine za primenu znanja iz fizike u struci;
- stiču znanja o prirodnim resursima, njihovoj ograničenosti i održivom korišćenju
- razvijaju pravilan odnos prema zaštiti, obnovi i unapređenju životnesredine;
- razvijaju radne navike, odgovornost, sistematičnost, preciznost ipozitivan stav prema učenju.

Program (2 časa nedeljno, 74 časova godišnje)

1. Uvod (4)

- Fizika kao fundamentalna prirodna nauka. Fizika i druge nauke. Fizičke veličine. Merenje. Fizički zakoni i principi.
- Vektori i osnovne operacije (sabiranje i razlaganje vektora).

Demonstracioni ogled:

- Operacije s vektorskim fizičkim veličinama (pomoću dinamometara na magnetnoj tabli).

2. Kinematika (14)

- Mehaničko kretanje, referentni sistem, relativnost kretanja. Vektor položaja i pomeraj. Putanja i put. Pravolinijsko i krivolinijsko kretanje. Ravnomerno i neravnomerno kretanje.
- Srednja brzina. Trenutna brzina. Zakon slaganja brzina.
- Ubrzanje.

- Ravnomerno i ravnomerno promenljivo pravolinijsko kretanje.
- Vertikalni hitac.
- Ravnomerno kružno kretanje materijalne tačke, centripetalno ubrzanje, period i frekvencija.
- Ravnomerno promenljivo kružno kretanje materijalne tačke.
- Rotaciono kretanje krutog tela. Ugaoni pomeraj, opisani ugao, ugaona brzina, ugaono ubrzanje.
- Analogija kinematickih veličina kojima se opisuju translatoryno i rotaciono kretanje. Veza između ugaone i linijske brzine i veza ugaonog i tangencijalnog ubrzanja. Ravnomerno i neravnomerno promenljivo rotaciono kretanje.

Demonstracioni ogledi:

- Ravnomerno i ravnomerno ubrzano kretanje (pomoću kolica, tegova i hronometra; pomoću cevi sa vazdušnim mehurom).
- Srednja brzina, trenutna brzina i ubrzanje (pomoću digitalnog hronometra sa senzorima položaja).
- Kružno kretanje (centrifugalna mašina).

3. Dinamika (19)

- Osnovne dinamičke veličine: masa, sila i impuls.
- Njutnovi zakoni mehanike (zakon inercije, osnovni zakon dinamike, zakon akcije i reakcije).
- Uzajamno delovanje tela – sila. Sile u mehanici (sila teže, elastična sila, sile trenja).
- Trenje. Sile trenja mirovanja. Sila trenja klizanja.
- Inercijalni i neinercijalni sistemi referencije. Sile inercije.
- Centripetalna i centrifugalna sila.
- Dinamika rotacionog kretanja. Moment sile, moment impulsa i moment inercije. Osnovni zakon dinamike rotacije.
- Mehanički rad. Snaga. Energija (kinetička i potencijalna).

Demonstracioni ogledi:

- Slaganje sila (kolinearnih i nekolinearnih).
- Drugi Njutnov zakon (pomoću kolica za različite sile i mase tegova).
- Treći Njutnov zakon (kolica povezana oprugom ili dinamometrom).
- Sile trenja na podlozi.
- Centripetalna sila (pomoću konca za koji je vezano neko malo telo, pomoću dinamometra i diska koji rotira).
- Moment sile, moment inercije (Oberbekov točak, obrtni disk ili slično).

4. Gravitaciono i električno polje (14)

- Njutnov zakon gravitacije.
- Gravitaciono polje. Jačina gravitacionog polja.
- Gravitaciona potencijalna energija. Rad u gravitacionom polju.
- Kulonov zakon. Električno polje.
- Jačina električnog polja. Linije sila električnog polja.
- Električna potencijalna energija. Potencijal električnog polja. Rad u električnom polju. Napon.
- Provodnik u električnom polju. Električna kapacitativnost. Kondenzatori.

Demonstracioni ogledi:

- Težina (telo okačeno o dinamometar); bestežinsko stanje.

- Raspodela nanelektrisanja na provodniku.
- Linije sila električnog polja.
- Elektrostatička zaštita (Faradejev kavez).
- Električna kapacitativnost kondenzatora (zavisnost od veličine i rastojanja između ploča).

5. Zakoni održanja (10)

- Opšti karakter zakona održanja (masa, nanelektrisanje, impuls...).
- Izolovan sistem. Zakoni održanja impulsa i momenta impulsa.
- Zakon održanja energije u mehanici.
- Primena zakona održanja energije u termodinamici. Prvi i Drugi princip termodinamike.

Demonstracioni ogledi:

- Zakon održanja impulsa (pomoću kolica sa oprugom, kretanje kolica sa epruvetom).
- Zakon održanja momenta impulsa (Prantlova stolica).
- Zakon održanja energije (Maksvelov disk).

6. Molekulska fizika (5)

- Čvrsta tela. Kristali. Elastičnost čvrstih tela.
- Tečnosti. Površinski napon i viskoznost.
- Osnovi molekulsko kinetičke teorije gasova. Temperatura i pritisak gasa.
- Jednačina stanja. idealnog gasa. Izoprocesi i gasni zakoni.

Demonstracioni ogledi:

- Vrste elastičnosti.
- Površinski napon (ramovi sa opnom od sapunice).
- Izotermski proces.

7. Laboratorijske vežbe (8)

- Proučavanje ravnomernog i ubrzanog kretanja pomoću Atvudove mašine i digitalnog hronometra sa senzorima položaja.
- Provera II Njutnovog zakona pomoću kolica i tegova.
- Provera zakona održanja energije u mehanici (kolica sa tegom).
- Merenje koeficijenta površinskog napona.

Predmetni nastavnici i stručna spremna: VII stepen – profesor fizike

Literatura i udžbenici:

- M. Raspopović, T. Bobić: Fizika 1 – četvorogodišnje stručne škole, Zavod za udžbenike, Beograd

Ishodi:

Na kraju prvog razreda učenik:

- je savladao metodiku izrade zadataka,
- opisuje događaje u priredi upotrebljavajući osnovne fizičke pojmove,
- ume da napiše kratak sastav na neku temu iz fizike,
- prepriča lekciju, naglašavajući bitne elemente u njoj, traži pojašnjenje kad nešto ne razume, primenjuje osnovne fizičke zakone u svakodnevnim situacijama.

2.2. Standardi za prvi razred

Standardi za opšte srednje obrazovanje zasnovani su na kompetenvijama koje treba da omoguće učenicima da uspešno odgovore na različite životne izazove u raznim životnim situacijama. Da bi bili kompetentni da odgovore usrešno na takve izazove učenici treba da **razviju kompetencije zasnovane na znanju**. Standardi stoga treba da opišu **šta učenici znaju** i mogu da urade **na različitim nivoima** razvoja kompetencija. Njima se meri nivo određene kompetencije koje je postignut na kraju srednjeg obrazovanja.

Tri standarda definisana su za svaku kompetenciju – **osnovni, srednji i napredni**. Tri standarda su **kumulativna** i ugrađena jedan u drugi tako da učenici na naprednom nivou ispunjavaju zahteve **sva tri nivoa**.

Osnovni nivo standarda definiše nivo postignuća u određenim kompetencijama koje učenik treba da poseduje kako bi *aktivno i produktivno učestvovao u različitim oblastima života*.

Srednji nivo standarda definiše nivo postignuća u određenim kompetenvijama koje učenik treba da poseduje kako bi mogao *uspešno da nastavi sa fakultetskim obrazovanjem u različitim oblastima*.

Napredni nivo standarda definiše nivo postignuća u određenim kompetencijama koje učenik treba da poseduje kako bi mogao uspešno da *nastavi sa fakultetskim obrazovanjem u oblasti za koju te kompetencije predstavljaju naročito važan uslov*.

Kako smo videli u razvojnem planu, za prvi razred stručne škole su predviđene teme iz više oblasti fizike, to jest iz mehanike, toplotne fizike i nešto malo iz elektromagnetizma. Standardi koji stoje uz te teme su sledeći:

OPŠTA PREDMETNA KOMPETENCIJA

Opšta predmetna kompetencija predstavlja narativni opis šta učenici znaju i mogu da urade na osnovu obrazovanja koje stiču u okviru pojedinačnog predmeta. Opšta predmetna kompetencija opisuje krajnju svrhu učenja datog predmeta – u našem slučaju *fizike*.

Osnovni nivo

Učenik objašnjava pojave i procese na osnovu poznavanja fizičkih veličina i zakonitosti, rešava jednostavne probleme i računske zadatke uočavajući uzročno-posledične veze, koristeći eksplicitno date podatke i merenja; koristi pojmove i objašnjenja fizičkih pojava za razmatranje i rešavanje pitanja vezanih za razvoj nauke i tehnologije, korišćenja prirodnih resursa i očuvanje životne sredine; pokazuje spremnost da se angažuje i konstruktivno doprinosi rešavanju problema sa kojima se suočava zajednica kojoj pripada.

Srednji nivo

Učenik objašnjava i rešava složenije fizičke probleme, računske i eksperimentalne zadatke izdvajajući bitne podatke koji se odnose na dati problem, uspostavljajući veze među njima i koristeći odgovarajuće zakone i matematičke relacije. Znanje iz fizike koristi pri rešavanju i tumačenju problema u drugim oblastima nauke, tehnologije i društva.

Uz pomoć uputstva, učenik može da priprema, izvodi i opisuje oglede, eksperimente i jednostavna naučna istraživanja.

Napredni nivo

Učenik poseduje naučna znanja iz fizike koja mu omogućavaju rešavanje složenih fizičkih problema i računskih zadataka, izvođenje eksperimenata i donošenje zaključaka na osnovu poznatih modela i teorija. Ima razvijene istraživačke sposobnosti i može da predviđa tok i ishod fizičkih procesa i eksperimenata povezujući znanja i objašnjenja. Koristi naučnu argumentaciju i kritički analizira dobijene rezultate. Zna da se do rešenja problema može doći na više načina i bira najbolje u odnosu na zadate uslove.

Specifične predmetne kompetencije u prvom razredu srednje stručne škole

Specifične predmetne kompetencije predstavljaju narativni opis specifičnih sposobnosti učenika koje mu omogućavaju da razvije opštu predmetnu kompetenciju.

Specifična predmetna kompetencija: MEHANIKA

Osnovni nivo

Učenik opisuje i objašnjava kretanje krutih tela koristeći odgovarajuće fizičke veličine i pojmove. Učenik identificuje sile koje deluju na telo koje se kreće, uključujući sile otpora i sile trenja. Učenik koristi pojam mehaničke energije i zakon održanja energije za opisivanje kretanja. Koristi merne instrumente za masu, dužinu, vreme i silu i pravilno izražava vrednosti ovih veličina.

Srednji nivo

Učenik opisuje i objašnjava kružno, oscilatorno i talasno kretanje, kao i kretanje tečnosti koristeći odgovarajuće fizičke veličine. Određuje uslove ravnoteže tela i rešava jednostavne probleme pri kretanju tela stalnim ubrzanjem. Tabelarno predstavljene rezultate merenja analizira, predstavlja grafički i određuje empirijsku zavisnost. Na konkretnim zadacima pokazuje razumevanje pojmovaa rad, energija, impuls i zakon održanja energije i impulsa.

Napredni nivo

Učenik opisuje i objašnjava složena kretanja i pojave. Koristeći primenljive zakone održanja, učenik bira najjednostavniji način rešavanja problema u odnosu na zadate uslove. Pri izboru mašina i motora koristi podatak o njihovom koeficijentu korisnog dejstva i zna načine kako da smanji negativan rad.

Specifična predmetna kompetencija: ELEKTROMAGNETIZAM

Osnovni nivo

Učenik pokazuje razumevanje osnovnih pojmovaa, koji se odnose na električne i magnetne pojave, svojstava elektrostaticke sile, električne struje, električnog napona i otpora, električnog i magnetnog polja i interakcija u njima; primenjuje znanje na jednostavne problemske situacije;

prepoznaće značaj i ograničenja tehnologije zasnovane na korišćenju električne struje i elektromagnetnih pojava. Učenik zna prednosti i nedostatke naizmenične u odnosu na jednosmernu struju kao i načine uštede električne energije u konkretnim situacijama.

Srednji nivo

Učenik razume pojmove, svojstva, principe i zakone u vezi sa električnim i magnetnim poljem i zna koje interakcije postoje u njima; zna na osnovu električnih i magnetnih svojstava materijala da odredi njihovu upotrebnu vrednost. Učenik rešava tipične probleme vezane za rad električnih kola, izvodi eksperimente i vrši merenja. Učenik zna kako merenja fizičkih veličina i kontrola procesa u raznim istraživačkim oblastima mogu da se svedu na merenje i kontrolu električnih i magnetnih efekata.

Napredni nivo

Učenik koristi i primenjuje znanje i naučne metode pri prepoznavanju električnih i magnetnih pojava; rešava probleme i eksperimentalne zadatke; formuliše naučna objašnjenja pojava i izvodi na činjenicama zasnovane zaključke. Učenik objašnjava elektromagnetne pojave na kojima se zasniva moderna tehnologija; procenjuje mogućnosti upotrebe složenijih svojstava električne struje, elektromagnetnih pojava i materijala sa električnim ili magnetnim svojstvima za nova tehnička rešenja i nove tehnologije.

Specifična predmetna kompetencija: TOPLITNA FIZIKA

Osnovni nivo

Učenik opisuje topotna i mehanička svojstva supstancije i opisuje različita agregatna stanja. Razlikuje realni od idealnog gasa i koristi veze između parametara gase. Razlikuje temperaturu od toplotne i određuje smer topotne razmene i određuje temperaturu ravnoteže.

Srednji nivo

Učenik objašnjava topotne procese i rad topotnog motora, povratne i nepovratne cikluse koristeći principe termodinamike i gasne zakone. Opisuje osobine supstancije pri zagrevanju i hlađenju i faznim prelazima. Na osnovu topotnog kapaciteta i koeficijenta termičkog širenja, zaključuje o upotreboj vrednosti materijala.

Napredni nivo

Za objašnjavanje pojave u sistemima sa velikim brojem čestica i gasnih procesa učenik koristi vezu između makro i mikro parametara gase (pritiska i srednje kinetičke energije molekula gase, temperature i srednje kinetičke energije molekula gasa). Učenik koristi analizu grafika raspodele molekula po brzinama i dijagrame koji prikazuju promene stanja gase u složenim ili cikličnim procesima kao i grafik koji opisuje međusobnu interakciju između molekula za objašnjavanje uzroka i posledica topotnih procesa.

2.3.Godišnji plan rada

Globalno-tematski plan rada nastavnika za 1k razred školske 2017/2018 godine

Opšti ciljevi i zadaci	<p>Ciljevi</p> <p>Cilj nastave fizike u srednjoj stručnoj školi jeste sticanje funkcionalne pismenosti (prirodno-naučne i tehničke) i znanja o fizičkim pojavama i procesima i osposobljavanje učenika za primenu znanja u struci i svakodnevnom životu, sticanje radnih navika, odgovornosti i sposobnosti za samostalan rad i za timski rad, formiranje osnove za dalje obrazovanje.</p> <p>Zadaci predmeta su da učenici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razvijaju prirodno-naučnu i tehničku pismenost; - stičuznanja o fizičkim pojavama značajnim za struku i razumeju osnovne fizičke zakone; - razvijaju svest o značaju eksperimenta u saznavanju, razumevanju i proveravanju fizičkih zakona; - steknu sposobnost za uočavanje, formulisanje, i rešavanje jednostavnijih problema; - razvijaju logičko i apstraktno mišljenje i kritički stav u mišljenju; - shvate značaj fizike za tehniku i prirodne nauke; - razvijaju sposobnosti i veštine za primenu znanja iz fizike u struci; - stiču znanja o prirodnim resursima, njihovoj ograničenosti i održivom korišćenju; - razvijaju pravilan odnos prema zaštiti, obnovi i unapređenju životnesredine; - razvijaju radne navike, odgovornost, sistematicnost, preciznost i pozitivan stav prema učenju. 					
Redni broj	NAZIV TEME		Orijentacijski broj časova	SPECIFIČNI CILJEVI I ZADACI	Ishodi standarda	Način provere ostvarenosti obrazovnih standarda ishoda, ciljeva učenja
1.	Uvod		3	1	<ul style="list-style-type: none"> • razvijanje osobine preciznost i tačnost • sinteza znanja koja su stečena iz fizike u prethodnim godinama 	2.FI.1.1.8. kontrolni zadaci i rad na časovima
2.	Kinematika		8	6	<ul style="list-style-type: none"> • razvijanje upornosti, tačnosti, sistematicnosti, 	2. FI.1.1.1. kontrolni zadaci i

				<ul style="list-style-type: none"> • urednosti, preciznosti, temeljnosti • razvijanje sposobnosti predstavljanja funkcionalne zavisnosti • razvijanje analitičkog pogleda na svet 	2. FI.1.1.2. 2. FI.2.1.1.	rad na časovima
3.	Dinamika	11	8	<ul style="list-style-type: none"> • razvijanje naučnog pogleda na svet • razvijanje osobine preciznost i tačnost • razvijanje sposobnosti predstavljanja funkcionalne zavisnosti • razvijanje analitičkog pogleda na svet 	2. FI.1.1.3. 2. FI.2.1.2. 2. FI.3.1.1. 2. FI.3.1.5.	kontrolni zadaci i rad na časovima
4.	Gravitaciono i električno polje	8	6	<ul style="list-style-type: none"> • razvijanje sposobnosti korišćenja savremenih sredstava • primena fizike u svakodnevnom životu 	2. FI.1.3.1. 2. FI.1.3.2.	kontrolni zadaci i rad na časovima
5.	Zakoni održanja	6	4	<ul style="list-style-type: none"> • primena fizike u svakodnevnom životu 	2. FI.1.1.4. 2. FI.1.1.5.	kontrolni zadaci i rad na časovima
6.	Molekulska fizika	4	1	<ul style="list-style-type: none"> • razvijanje naučnog pogleda na svet • primena fizike u svakodnevnom životu 	2. FI.1.2.1. 2. FI.1.2.2. 2. FI.1.2.3. 2. FI.1.2.4. 2. FI.1.2.5. 2. FI.2.2.3	kontrolni zadaci i rad na časovima
7.	Laboratorijske vežbe	-	8	<ul style="list-style-type: none"> • primena fizike u svakodnevnom životu • razvijanje sposobnosti korišćenja savremenih sredstava 		

				• razvijanje osobine preciznost i tačnosti		
UKUPNO ČASOVA	40	26+8	66+8=74			
NAČIN OSTVARIVANJA PROGRAMA Uputstva za ostvarivanje programa iz fizike data su uz Nastavni program za 1. razred a nastavnicima je ostavljena sloboda da prilikom planiranja i ostvarivanja nastave program prilagođavaju specifičnim potrebama učenika i uslovima rada u školi.						
	Udžbenik za realizaciju programa (naziv – izdavač)			Planirani broj dopunske nastave	Planirani broj dodatne nastave	
	Fizika 1 – za prvi razred četvorogodišnjih srednjih stručnih škola, Bobić Tatjana, Raspopović Milan, Zavod za udžbenike			14	6	

Standardi:

- *Mehanika*

Osnovni nivo:

2.FI.1.1.1. Opisuje i objašnjava fizičke pojave: ravnomerno pravolinijsko kretanje, ravnomerno promenljivo pravolinijsko kretanje, prenos pritiska kroz tečnosti i gasove, plivanje tela, mehanička oscilovanja i talasi.

2.FI.1.1.2. Primjenjuje stečena znanja i veštine iz mehanike u cilju bezbednog kretanja transportnih sredstava i pešaka; poznaje osnovne pojmove i relacije u kinematici i dinamici.

2.FI.1.1.3. Koristi relacije iz Njutnovih zakona (dinamike i gravitacije) kod objašnjenja prostijih kretanja tela u vazduhu, tečnosti i na čvrstoj podlozi; zna osnovne operacije sa vektorskim fizičkim veličinama; zna razliku između mase i težine tela.

2.FI.1.1.4. Razume vezu između energije i rada i zna smisao zakona održanja energije.

2.FI.1.1.5. Poznaje i razume efekte koji se pojavljuju pri kretanju tela kada postoje sile trenja i otpora sredine.

2.FI.1.1.6. Poznaje uslove za nastajanje zvuka i zna da navede njegova osnovna svojstva kao mehaničkog talasa.

2.FI.1.1.7. Razume smisao pojmove pritisak kod svih agregatnih stanja i poznaje osnove statike i dinamike fluida.

2.FI.1.1.8. Koristi uređaje i merne instrumente za merenje fizičkih veličina: rastojanje, vremenski interval, masa, sila, pritisak.

Srednji nivo:

2.FI.2.1.1. Opisuje i objašnjava fizičke pojave: ravnomerno kružno kretanje, ravnomerno promenljivo kružno kretanje, horizontalan hitac, sudare tela, proticanje idealne tečnosti, pojam srednje brzine, zakone održanja, harmonijske prigušene oscilacije.

2.FI.2.1.2. Ume da odredi uslove ravnoteže tela; primenjuje Njutnove zakone dinamike i rešava jednostavne probleme pri kretanju tela.

Napredni nivo:

2.FI.3.1.1. Primjenjuje zakone kinematike, dinamike i gravitacije za rešavanje složenijih zadataka; razume pojam i delovanje inercijalnih sila.

2.FI.3.1.5. Predstavlja rezultate merenja tablično i grafički i na osnovu toga dolazi do empirijske zavisnosti: ubrzanja kuglice od nagibnog ugla žleba, sile trenja od stepena uglačanosti podloge, perioda oscilovanja fizičkog klatna od njegove redukovane dužine, amplitude amortizovanog oscilovanja tega na opruzi od vremena.

- **Elektromagnetizam**

Osnovni nivo:

2.FI.1.3.1. Opisuje i objašnjava fizičke pojave: delovanje električnog polja na nanelektrisane čestice i provodnik, elektrostatičku zaštitu, kretanje nanelektrisanih čestica u električnom i magnetnom polju, magnetnu interakciju nanelektrisanja u kretanju, uzajamno delovanje dva paralelna pravolinijska strujna provodnika, pojavu elektromagnetne indukcije, princip rada generatora naizmenične struje.

2.FI.1.3.2. Razlikuje karakteristične fizičke veličine za svaku tačku električnog polja (jačina polja i električni potencijal) i razume da se pri pomeranju nanelektrisanja vrši rad koji zavisi od razlike potencijala

- **Toplotna fizika**

Osnovni nivo:

2.FI.1.2.1. Razlikuje parametre gasa i svojstva idealnih gasova; zna sve merne jedinice u kojima se izražavaju.

2.FI.1.2.2. Razlikuje osnovna agregatna stanja supstance i njihova osnovna topotna i mehanička svojstva.

2.FI.1.2.3. Poznaje dijagrame koji prikazuju promene stanja gasa i međusobnu povezanost parametara gasa kroz jednačinu stanja idealnog gasea.

- 2.FI.1.2.4. Razume Prvi princip termodinamike i smer topotne razmene.
2.FI.1.2.5. Poznaje dozvoljene temperaturske skale i razlikuje materijale prema njihovoj topotnoj provodljivosti i stišljivosti.

Srednji nivo:

2.FI.2.2.3. Opisuje: realne gasove, vlažnost vazduha, difuziju, zagrevanje, hlađenje, promene agregatnih stanja – isparavanje, ključanje, topljenje, širenje tela pri zagrevanju i rad topotnog motora.

Videli smo kako izgleda globalni plan, koji važi za jednu celu školsku godinu. Malo detaljnije će biti razrađen plan za temu *Kinematika* koja je prva tema u godini posle uvodnih časova. Već na tim uvodnim časovima se spominju neki bitni pojmovi koji su neophodni za razumevanje kinematike i za rešenje računskih zadataka. Tu spadaju merne jedinice, fizičke veličine, pojam vektora i neke jednostavne operacije sa vektorima.

Za oblast **Kinematika** predviđeno je ukupno 14 časova, i u planovima za srednje stručne škole nije određeno kako treba podeliti te časove, to jest sami možemo odrediti koliko časova treba za obradu, koliko za vežbanje i za eksperimente. Toj oblasti pripadaju sledeće teme:

- Mehaničko kretanje, referentni sistem, relativnost kretanja. Vektor položaja i pomeraj. Putanja i put. Pravolinijsko i krivolinijsko kretanje. Ravnomerno i neravnomerno kretanje.
- Srednja brzina. Trenutna brzina. Zakon slaganja brzina.
- Ubrzanje.
- Ravnomerno i ravnomerno promenljivo pravolinijsko kretanje.
- Vertikalni hitac.
- Ravnomerno kružno kretanje materijalne tačke, centripetalno ubrzanje, period i frekvencija.
- Ravnomerno promenljivo kružno kretanje materijalne tačke.
- Rotaciono kretanje krutog tela. Ugaoni pomeraj, opisani ugao, ugaona brzina, ugaono ubrzanje.
- Analogija kinematičkih veličina kojima se opisuju translatoryno i rotaciono kretanje. Veza između ugaone i linijske brzine i veza ugaonog i tangencijalnog ubrzanja. Ravnomerno i neravnomerno promenljivo rotaciono kretanje.

Demonstracioni ogledi:

- Ravnomerno i ravnomerno ubrzano kretanje (pomoću kolica, tegova i hronometra; pomoću cevi sa vazdušnim mehurom).
- Srednja brzina, trenutna brzina i ubrzanje (pomoću digitalnog hronometra sa senzorima položaja).
- Kružno kretanje (centrifugalna mašina).

2.4. Operativni plan

2.4.1. Prvi primer operativnog plana

Redni broj časa	Nastavna tema	Nastavna jedinica		Tip časa	Oblik nastavnog rada	Metode nastavnog rada	Nastavna sredstva	Primenjeni standardi
		Redni broj	Naziv					
5.	Kinematika	1.	Mehaničko kretanje, rederentni sistem	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla, računar, projektor, školska učila	2.FI.1.1.5.
6.		2.	Relativnost kretanja, putanja i put	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla, računar, projektor	2.FI.1.1.2.
7.		3.	Vektor položaja i pomeraj	Utvrđivanje gradiva i vežbanje zadataka	Frontalni, individualni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Tabla	2.FI.1.1.3.
8.		4.	Pravolinijsko i krivolinijsko kretanje, ravnomerno i neravnomerno kretanje	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla, računar, projektor	2.FI.1.1.1.
9.		5.	Srednja brzina, trenutna brzina, zakon slaganja brzina, ubrzanje	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla, računar, projektor, školska učila	2.FI.1.1.2.
10.		6.	Rečunske vežbe - kretanje	Utvrđivanje gradiva i vežbanje zadataka	Frontalni, individualni	dijaloška, demonstraciona	Tabla	2.FI.1.1.1., 2.FI.1.1.2., 2.FI.1.1.3., 2.FI.1.1.5.
11.		7.	Ravnomerno i ravnomerno promenljivo pravolinijsko kretanje	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla, računar, projektor, školska učila	2.FI.1.1.1.
12.		8.	Ravnomerno i ravnomerno ubrzano kretanje	Laboratorijska vežba	Frontalni, individualni, grupni	Laboratorijska, dijaloška	Laboratorijska oprema, tabla	2.FI.1.1.8. 2.FI.2.1.5.

13.	9.	Vertikalni hitac, horizontalni hitac	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Tabla, računar, projektor, školska ušila	2.FI.2.1.1.
14.	10.	Kosi hitac	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Tabla, računar, projektor, školska ušila	2.FI.2.1.1.
15.	11.	Primeri različitih hica	Utvrdjivanje gradiva i vežbanje zadataka	Frontalni, individualni	Dijaloška, demonstraciona	Tabla	2.FI.2.1.1.
16.	12.	Vertikalni i kosi hitac	Laboratorijska vežba	Frontalni, individualni, grupni	Laboratorijska, dijaloška	Laboratorijska oprema, tabla	2.FI.1.1.8. 2.FI.2.1.5.
17.	13.	Ravnometerno kružno kretanje materijalne tačke, period i frekvencija	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Tabla, računar, projektor	2.FI.2.1.1.
18.	14.	Analogija kinematičkih veličina, ponavljanje	Obnavljanje i utvrđivanje gradiva	Frontalni, individualni	Dijaloška, demonstraciona	Tabla, računar, projektor, školska ušila	2.FI.2.1.1.
19.	15.	kretanje, kosi hitac	Vežbanje računskih zadataka	Frontalni, individualni	Dijaloška, demonstraciona	Tabla	2.FI.1.1.1., 2.FI.1.1.2., 2.FI.1.1.3., 2.FI.1.1.5., 2.FI.2.1.1.
20.	16.	Kontrolni zadatak	Sistematisacija gradiva, ocenjivanje učenika	individualni	rad na tekstu	papir, olovka	2.FI.1.1.1., 2.FI.1.1.2., 2.FI.1.1.3., 2.FI.1.1.5., 2.FI.2.1.1.

2.4.2. Drugi primer operativnog plana

Ovo je primer operativnog plana, koji je mnogo korisniji od prethodnog po mom iskustvu.

Mnogo lakše je pratiti tokom cele godine, i u ishodima časa možemo upisati ono što tražimo od učenika da znaju. Ako i to pratimo tokom predavanja, onda ćemo se sećati šta treba da naglasimo učenicima, šta treba ponavljati, a to je od velike koristi.

Predmet: **Fizika**, smer: Likovni tehničar (srednja stručna škola), 2 časa nedeljno

Nastavna oblast: **Uvod (4)**

Ishodi časa (učenici će znati da:)	rbr. časa	Nastavna jedinica	tip časa	mesec
• učenici će imati informacije o planiranom materijalu čak i o planiranim metodama i tehnikama koji se koriste u toku školske godine	1	Uvodni čas	sis	IX
• znaju gde je mesto fizike u prirodnim naukama i kakva veza ima između njih • koriste simbole za fizičke veličine, i prepoznaju fizičke veličine o simbolima	2	Fizika i druge nauke, fizičke veličine	obr	IX
• znaju da vektor ima pravac, smer i usmeravanje, reše jednostavne operacije sa vektorima, sabiranje i proizvod, razlikuju skalarne i vektorske veličine	3 4	Vektori i osnovne operacije	obr vež	IX

Nastavna oblast: **Kinematika (14+2 lab)**

Ishodi časa (učenici će znati da:)	rbr. časa	Nastavna jedinica	tip časa	meseč
<ul style="list-style-type: none"> definišu mehaničko kretanje, i da je referentni sistem neophodan za definisanje istog ponavljaju šta su elementi kretanja (materijalna tačka, pređeni put, putanja/trajektorija, proteklo vreme) i znaju u kojim fizičkim veličinama se oni izražavaju 	5	Mehaničko kretanje, referentni sistem	obr	IX
<ul style="list-style-type: none"> Reše osnovne probleme vezano za relativnost kretanja razume tekstualne zadatke, na osnovu toga formiraju računski zadatak, rešavajući ne zaboravši fizičku veličinu 	6	Relativnost kretanja	vež	IX
<ul style="list-style-type: none"> znaju šta su vektori, nacrtaju materijalnu tačku u koordinatnom sistemu (vektor položaja) razlikuju linije putanja i pokažu ih prikazuju grafički ravnomerno i neravnomerno kretanje 	7 8	Vektor položaja i pomeraj, pravo- i krivolinijsko kretanje, ravnomerno i neravnomerno kretanje	obr vež	IX
<ul style="list-style-type: none"> definišu srednju i trenutnu brzinu i rešavaju zadatke vezano za te pojmove vektorima prikazuju zakon slaganja brzina 	9 10	Srednja brzina, trenutna brzina, zakon slaganja brzina	obr vež	X
<ul style="list-style-type: none"> znaju osnovne formule vezano za ravnomerno kretanje, rešavaju zadatke grafički prikazuju ravnomerno i RPP kretanje (funkcija $s=f(t)$, $v=f(t)$, $a=f(t)$) 	11 12	Ravnomerno i ravnomerno promenljivo pravolinijsko kretanje, ubrzanje	obr vez	X
<ul style="list-style-type: none"> koriste formule za komponente brzine po osama, za određivanje koordinate x i y u datom trenutku prikazuju grafički putanja tela u slučaju VH, HH, KH znaju zašto se mora tako postavljati eksperiment, kako piše u pripremi (sto nam služi kao strma ravan, koji predstavlja ravnomerno ubrzano kretanje u y-osi, a početnu brzinu kuglice dobijamo kada je stavimo na mali šin, u pravcu x-ose) 	13 14 15 16	vertikalni hitac, horizontalni hitac, kosi hitac	obr vez lab lab	X
<ul style="list-style-type: none"> znaju vezu između ugaonog i tangencijalnog ubrzanja, ugaone i linijske brzine 	17 18	Kružno kretanje, rotaciono kretanje, analogija kinematičkih veličina	obr vež	XI
<ul style="list-style-type: none"> znaju formule koje su potrebne za rešavanje računskih zadataka, pretvaraju km/h u m/s i obrnuto 	19	Sistematizacija, ponavljanje gradiva	sis	XI
• srednja brzina, VHK hitac	20	Kontrolni zadatak	sis	XI

3. Teorijski uvod

3.1. Kretanje sa ubrzanjem \vec{g}

Zemlja privlači sva tela koja se nalaze na njoj ili u njenoj okolini. Sila kojom Zemlja privlači sva tela naziva se sila Zemljine teže. Pod dejstvom sile Zemljine teže tela se kreću ubrzano prema zemlji.

Pošto je uzrok ovog ubrzanja Zemljina teža ono se zove ubrzanje Zemljine teže a obeležava se sa g (g od latinske reči *gravitas* što znači težina)

U bezvazdušnom prostoru (vakuumu) sva tela padaju sa jednakim ubrzanjem bez obzira na njihovu težinu i veličinu. Preciznim merenjima utvrđeno je da ubrzanje Zemljine teže na geografskoj širini 45° i na nivou mora iznosi

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

na polovima $g = 9,83 \frac{m}{s^2}$

na ekvatoru: $g = 9,78 \frac{m}{s^2}$

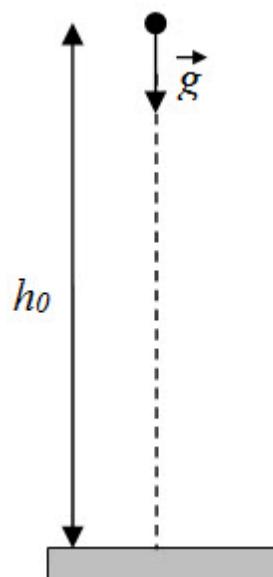
Oblik putanje i način kretanja u polju Zemljine teže zavisi od brzine koju telo ima u početnom trenutku (početna brzina v_0). Podela kretanja u polju Zemljine teže na osnovu početne brzine:

- vertikalni hitac
- horizontalni hitac
- kosi hitac

3.1.1. Vertikalni hitac:

Slobodan pad je ravnomerno ubrzano pravolinijsko kretanje bez početne brzine, u bezvazdušnom prostoru usled delovanja sile Zemljine teže.

ravnomerno ubrzano kretanje bez početne brzine	slobodan pad
$v = at$	$v = gt$
$s = \frac{at^2}{2}$	$s = \frac{gt^2}{2}$
$v^2 = 2as$	$v^2 = 2gs$



položaj tela:

$$h = h_0 - s$$

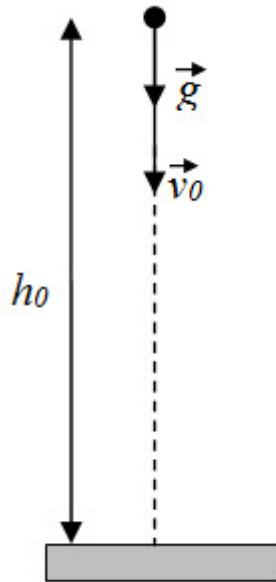
$$h = h_0 - \frac{gt^2}{2}$$

h_0 – visina sa koje telo pada (maksimalna visina)

Hitac naniže je kretanje tela bačenog sa neke visine nekom brzinom usmerenom vertikalno naniže.

Ubrzanje Zemljine teže g ima isti smer kao i početna brzina v_0 pa je kretanje ubrzano.

ravnomerno ubrzano kretanje sa početnom brzinom	hitac naniže
$v = v_0 + at$	$v = v_0 + gt$
$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$	$s = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$
$v^2 = v_0^2 + 2as$	$v^2 = v_0^2 + 2gs$



položaj tela:

$$h = h_0 - s$$

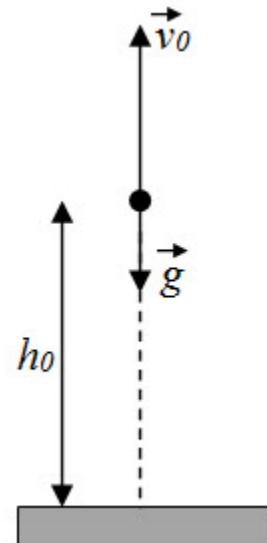
$$h = h_0 - (v_0 t + \frac{gt^2}{2})$$

h_0 – visina sa koje telo pada (maksimalna visina)

Hitac naviše je kretanje tela bačenog nekom početnom brzinom vertikalno naviše sa neke visine ili sa zemlje.

Ubrzanje Zemljine teže g ima suprotan smer od smera početne brzine pa je kretanje usporeno.

ravnomerno ubrzano kretanje sa početnom brzinom	hitac naviše
$v = v_0 - at$	$v = v_0 - gt$
$s = v_0 t - \frac{at^2}{2}$	$s = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$
$v^2 = v_0^2 - 2as$	$v^2 = v_0^2 - 2gs$



Brzina tela vremenom opada, a telo će se kretati naviše dok njegova brzina ne postane jednaka nuli.

položaj tela:

$$h = h_0 - s$$

$$h = h_0 - (v_0 t + \frac{gt^2}{2})$$

h_0 – visina sa koje je telo bačeno

$$v = v_0 - gt$$

$$v^2 = v_0^2 - 2gs$$

$$v = 0$$

$$v = 0$$

$$0 = v_0 - gt_m$$

$$s = h_{\max}$$

$$gt_m = v_0$$

$$0 = v_0^2 - 2gh_{\max}$$

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

$$2gh_{\max} = v_0^2$$

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

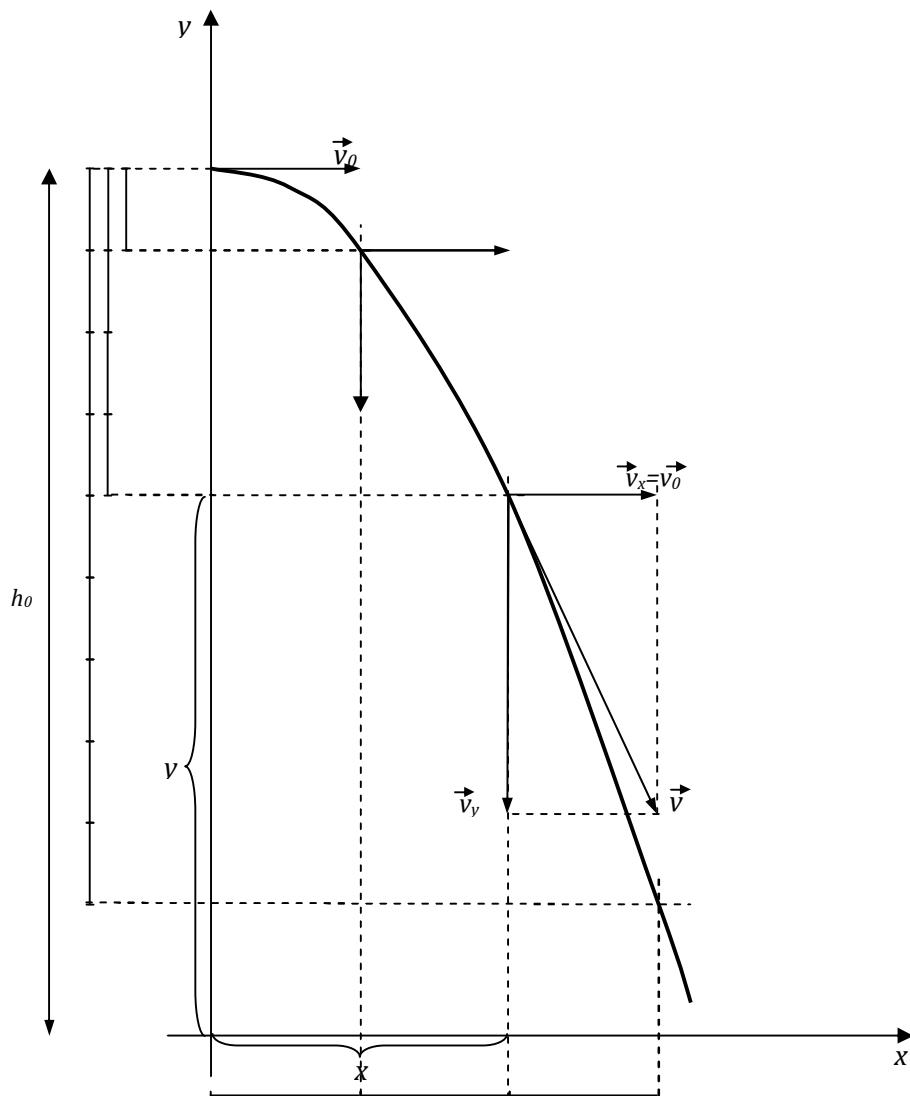
	Brzina	Pređeni put	Brzina – pređeni put
slobodan pad	$v = gt$	$s = \frac{gt^2}{2}$	$v^2 = 2gs$
vertikalni hitac naniže	$v = v_0 + gt$	$s = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$	$v^2 = v_0^2 + 2gs$
vertikalni hitac naviše	$v = v_0 - gt$	$s = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$	$v^2 = v_0^2 - 2gs$

3.1.2. Horizontalni hitac

Kretanje tela koje je izbačeno u horizontalnom pravcu, nekom brzinom v_0 , naziva se horizontalni hitac. Horizontalni hitac je kretanje tela pri kome je vektor početne brzine horizontalan.

Horizontalni hitac može da se posmatra kao rezultat slaganja dva kretanja:

- u horizontalnom pravcu ravnomerno pravolinijsko kretanje brzinom v_0
 - na telo je delovala trenutna sila koja je telu saopštila početnu brzinu
 - pošto na telo u toku kretanja u ovom pravcu ne deluje sila, ono nastavlja da se kreće stalanom brzinom po inerciji
- u vertikalnom pravcu
 - ravnomerne ubrzane pravolinijsko kretanje pod dejstvom sile Zemljine teže (slobodan pad)



Ravnomerno pravolinijsko kretanje: $s = vt$

Slobodan pad:

$$v = gt \quad s = \frac{gt^2}{2}$$

Horizontalni hitac: ravnomerno pravolinijsko kretanje u horizontalnom pravcu i ubrzano kretanje (slobodan pad) u vertikalnom pravcu:

Brzina:

$$v_x = v_0$$

$$v_y = v$$

$$v_y = gt$$

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

$$v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

Položaj:

$$x = s$$

$$y = h_0 - s$$

$$x = v_0 t$$

$$y = h_0 - \frac{gt^2}{2}$$

Jednačina putanje:

$$x = v_0 t$$

$$y = h_0 - \frac{gt^2}{2}$$

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

$$y = h_0 - \frac{gx^2}{2v_0^2}$$

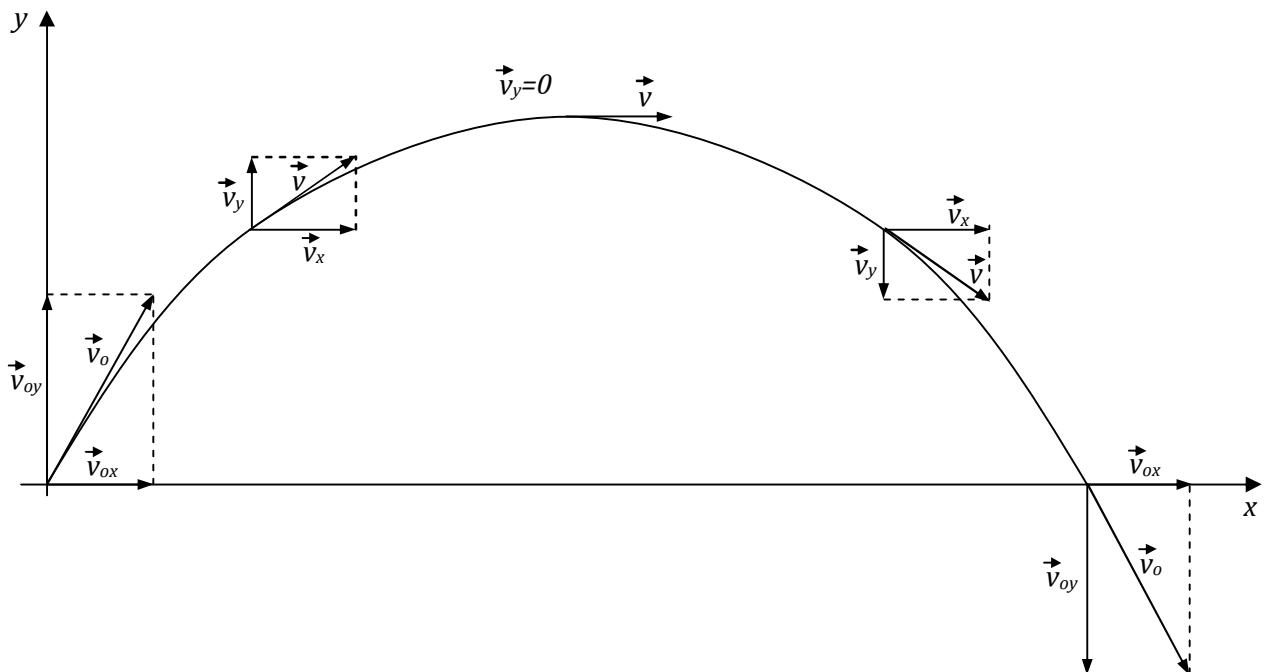
$$y = -\frac{gx^2}{2v_0^2} + h_0$$

parabola

3.1.3. Kosi hitac

Kosi hitac može da se posmatra kao rezultat slaganja dva kretanja:

- u horizontalnom pravcu – ravnometerno pravolinijsko kretanje brzinom v_0
 - na telo je delovala trenutna sila koja je telu saopštila početnu brzinu
 - pošto na telo u toku kretanja u horizontalnom pravcu ne deluje sila, ono nastavlja da se kreće stalnom brzinom po inerciji
- u vertikalnom pravcu – ravnometerno usporeno/ubrzano pravolinijsko kretanje pod dejstvom sile Zemljine teže (hitac naviše/slobodan pad)



$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \quad v_{0x} = v_0 \cos \alpha \quad v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

Ravnometerno pravolinijsko kretanje: $s = vt$

vertikalni hitac naviše:

$$v = v_0 - gt$$

$$s = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

Kosi hitac – ravnomerno pravolinijsko kretanje u horizontalnom pravcu i ravnomerno promenljivo (hitac naviše) u vertikalnom pravcu:

Brzina:

$$v_x = v_{0x} \quad v_y = v_{0y} - gt$$

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

$$v = \sqrt{v_{0x}^2 + (v_{0y} - gt)^2}$$

Položaj:

$$x = s \quad y = s$$

$$x = v_{0x}t \quad y = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

U najvišoj tački:

maksimalna visina koju dostigne telo jednaka je pređenom putu u vertikalnom pravcu (vertikalni pomeraj)

$$v_y = 0 \quad v_y = \sqrt{v_{0y}^2 - 2gs}$$

$$0 = v_{oy} - gt \quad v_y = 0; s = h_{\max}$$

$$t = \frac{v_{oy}}{g} \quad 0 = \sqrt{v_{0y}^2 - 2gh_{\max}}$$

$$h_{\max} = \frac{v_{oy}^2}{2g}$$

Domet:

Vreme kretanja tela do najviše tačke jednak je vremenu padanja od najviše tačke do zemlje, pa je ukupno vreme kretanja tela:

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

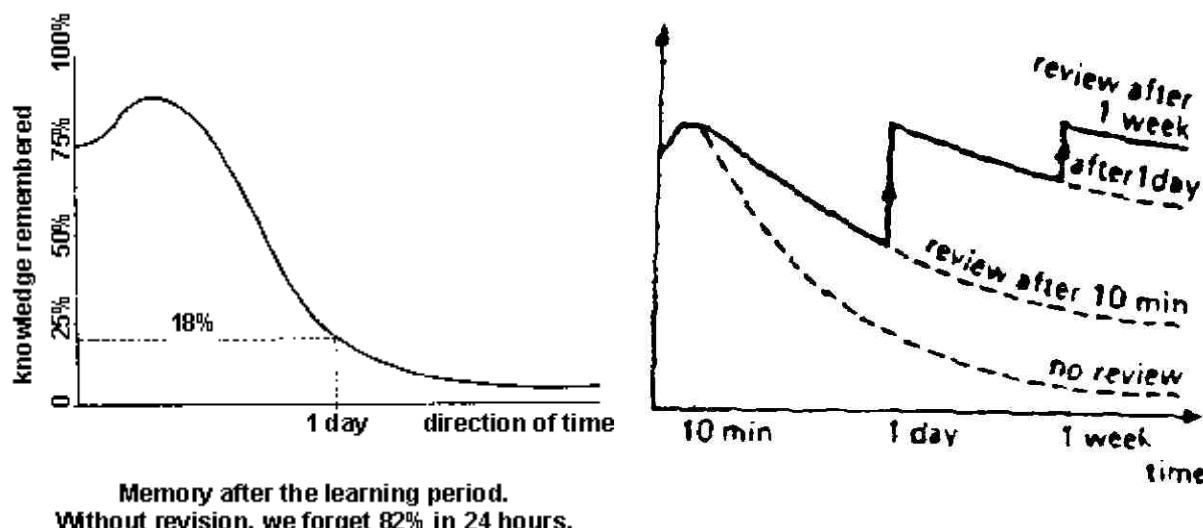
pa je domet:

$$d = v_{0x} t_u$$

$$d = 2 \frac{v_{0x} v_{0y}}{g}$$

4. Sistematisacija gradiva

Po mom mišljenju, najbitniji deo predavanja je kvalitetno ponavljanje na kraju određene nastavne oblasti. Za to ne treba više od jednog školskog časa, ali đacima je od velikog značaja. To je taj period, kad su već razumeli pojedinačne delove te teme, ali možda to znanje nisu sumirali, i ako im odmah damo kontrolni zadatak verovatno nećemo dobiti rezultate koje smo očekivali. Na slikama su prikazani grafici koji pokazuju kako se gubi informacija sa vremenom, odnosno kako se funkcioniše memorisanje. Istraživanja pokazuju da 24 sata posle učenja izgubimo 82 posto gradiva – ako nismo ponavljali.



Zbog toga je toliko bitno da ponavljamo – kao prvo, na kraju svakog nastavnog časa. Na drugom grafiku se vidi da ako ponavljamo gradivo deset minuta posle učenja, mnogo više će zapamtiti učenici. Isto tako bi trebalo ponavljati posle 24 h – za to nam služi domaći zadatak. Bitno je da učenicima damo odgovarajući domaći zadatak, koji sami mogu rešiti i više služi za ponavljanje nego za komplikovanije razmišljanje o toj temi. Ja bih još dodala da na kraju jedne nastavne teme, pre kontrolnog zadatka, povoljno je sumirati ono što smo učili. To treba da bude neki sažetak gradiva, gde ćemo spomenuti sve što je bitno u toj temi, ali nećemo ići u detalje. Ovde ću dati primer za to.

Za lakše razumevanje, napisali smo sledeće formule, koje možemo koristiti kod bilo kog tipa hica, bilo da je horizontalan, vertikalalan ili kosi hitac.

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos \alpha \\ v_y &= v_0 \sin \alpha \pm gt \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= v_0 t \cos \alpha \\ y &= v_0 t \sin \alpha \pm \frac{gt^2}{2} \end{aligned}$$

Ugao alfa u formulama zavisi od toga koliki ugao zaklapa pravac hica sa horizontalom. Iz toga sledi, da u slučaju horizontalnog hica alfa je jednak nuli, $\alpha = 0^\circ$.

	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
$\cos \alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
$\sin \alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1

U tom slučaju, formule izgledaju ovako:

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos 0^\circ = v_0 \\ v_y &= v_0 \sin 0^\circ \pm gt = \pm gt \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= v_0 t \cos 0^\circ = v_0 t \\ y &= v_0 t \sin 0^\circ \pm \frac{gt^2}{2} = \pm \frac{gt^2}{2} \end{aligned}$$

Ako je slučaj vertikalni hitac, ugao koji zaklapa pravac hica sa horizontalom je 90° . Prema tome, formule će biti drugačiji, odnosno:

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos 90^\circ = 0 \\ v_y &= v_0 \sin 90^\circ \pm gt = v_0 \pm gt \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= v_0 t \cos 90^\circ = 0 \\ y &= v_0 t \sin 90^\circ \pm \frac{gt^2}{2} = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2} \end{aligned}$$

Naravno u slučaju kosog hica možemo koristiti iste formule. Bitno je još spomenuti slučajeve, kada učenici moraju malo ozbiljnije razmišljati nakon što su pročitali tekst zadatka. Na primer, kada recimo da je telo bačen vertikalno gore, i pitanje je kada će dostići svoj maksimalni položaj, pa da izračunaju tu visinu. Telo će se kretati nagore sve dok ima energije da nastavi to kretanje – to jest sve dok ima brzinu u pravcu y-ose. To znači da u najvišoj tački njegova brzina $v_y = 0$. Iz toga se vidi da i $v_0 \pm gt = 0$, pa iz te formule direktno možemo odrediti vreme putanja, ako nam je data početna brzina, i koristeći formulu za određivanje koordinate y dobićemo visinu do koje je stigao telo za tom vremenskom periodu putanja.

5. Računski zadaci

Zadaci u fizici podstiču učenike na razmišljanje, samostalni rad, uče ih da budu precizni, uredni i sistematični i zbog toga je potrebno da se postupci rešavanja zadataka posebno uče i vežbaju. Rešavanje zadataka je proces čiji je cilj da učenik na osnovu opisa, pojava, datih uslova i podataka, primenom poznatih zakona, teorija i definicija, upotrebom matematičkog aparata odredi tražene nepoznate fizičke veličine. Samo poznavanje definicija, zakona i formula nije kompletno znanje, ono se mora primenjivati u praksi, a zadaci tu igraju veoma bitnu ulogu jer oni oslikavaju probleme sa kojima će se učenici sretati kada počnu da se bave određenom profesijom.

Najosnovnije, zadatke možemo podeliti na dva tipa, to su:

- *kvalitativne*
- *kvantitativne*

Zadaci se mogu podeliti i na osnovu:

- *Didaktičkog cilja*
 - zadaci za vežbu
 - stvaralački
 - kontrolni
 - domaći zadatak.
- *Uslova zadavanja*
 - tekstualni
 - grafički
 - eksperimentalni zadatak.
- *Stepena težine*
 - jednostavnii
 - složeni
 - kombinovani zadatak.

5.1.Kvalitativni zadaci

Kvalitativni zadaci se najčešće zadaju u tekstualnoj formi. Za rešavanje ovog tipa zadataka nije potrebno korišćenje matematičkog aparata i računanja jer oni u sebi ne nose konkretnе brojne vrednosti. Rešenja ovakvih zadataka se daju kroz odgovore i njihovo obrazloženje, a sam zadatak takođe može biti postavljen i kao eksperimentalni ili grafički. Njima se utvrđuje zavisnost između fizičkih veličina. Bitna karakteristika kvalitativnih zadataka je to da učenici na osnovu prethodno usvojenih znanja logičkim putem dolaze do rešenja, a ta rešenja su blisko vezana sa praksom i iskustvom. Isto tako, ovi zadaci povećavaju zainteresovanost učenika i podstiču kreativnost i apstraktno mišljenje. [8]

Primer kvalitativnih zadataka

Zadatak 1:

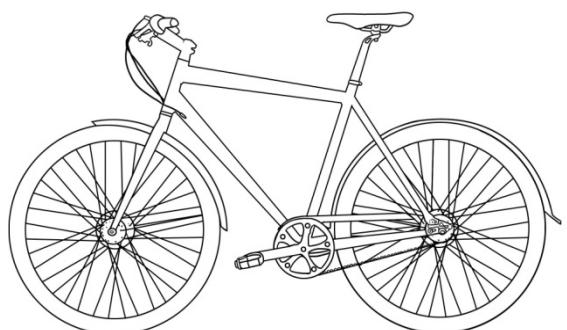
Crvenu loptu smo bacili pod uglom 45° , a plavu pod uglom od 60° . Koju loptu treba jače da udarimo (da joj saopštimo veću početnu brzinu) da bi stigli do iste daljine?

Rešenje:

Učenici znaju da najveći domet možemo dobiti ako je ugao ispaljenja 45° . Bacanje pod svim ostalim uglovima daje kraći domet što znači da početna brzina treba da bude veća kada je ugao 60° . U zadatku to je plava lopta.

Zadatak 2:

Kada je biciklista prešao dve trećine puta, pukla mu je guma na točku. Preostali deo puta prešao je pešice utrošivši dvaput više vremena nego vozeći se biciklom. Koliko se puta brže kretao biciklom nego pešice?



Rešenje:

Biciklista je prešao pešice trećinu puta, tj. dvaput manje nego biciklom, a utrošio je dvaput više vremena. Prema tome, vozio je 4 puta brže nego što je išao pešice.

5.2. Kvantitativni zadaci

Kvantitativni ili računski zadaci su grupa zadataka koja najčešće dolazi u tekstualnoj formi, ali isto tako može biti zadata kroz esperiment ili grafički, a za čiju izradu je neophodno korišćenje matematičkih operacija i formula, kao i poznavanje teorije, odnosno rešavanje se počinje kvalitativnom analizom problema, da bi se konačno rešenje dobilo kvantitativnom analizom brojnih vrednosti. Naravno, matematika je prilikom izrade zadataka iz fizike samo sredstvo, ona ne sme bacati senku na fizički smisao zadatka. Kvantitativni zadaci su najčešći zadaci u nastavi fizike. [8]

Zadatak 1:

Prvi projektil je ispaljen pod uglom od 30° , a drugi pod uglom od 60° , istom početnom brzinom. Koji projektil će ići dalje? (tražimo veći domet)

Rešenje:

Koristimo sledeće formule:

$$\begin{aligned}v_x &= v_0 \cos \alpha \\v_y &= v_0 \sin \alpha \pm gt\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x &= v_0 t \cos \alpha \\y &= v_0 t \sin \alpha \pm \frac{gt^2}{2}\end{aligned}$$

Tražimo rastojanje između početnog položaja projetila i tačke do koje je stigao. U toj tački je projektil stigao do zemlje, pa to znači da $y=0$. Iz toga sledi:

$$\begin{aligned}0 &= v_0 t \sin \alpha \pm \frac{gt^2}{2} \\t \left(\frac{gt}{2} - v_0 \sin \alpha \right) &= 0 \\y = 0 \text{ ako } x = 0 \text{ ili}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{gt}{2} - v_0 \sin \alpha &= 0 \\t &= \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}\end{aligned}$$

Iz ove formule možemo izračunati t_1 i t_2 za date uglove, ili možemo uvrstiti odmah u formuli za rastojanje x , pa ćemo dobiti:

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

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

Za različite uglove dobijamo:

$$x_1 = \frac{2v_0^2}{g} \sin 30^\circ \cos 30^\circ = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{v_0^2}{g}$$

$$x_2 = \frac{2v_0^2}{g} \sin 60^\circ \cos 60^\circ = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{v_0^2}{g}$$

Iz toga se vidi da će domet biti isti za 30° i za 60° stepeni.

Ovaj zadatak može biti i kvalitativni zadatak, ako su već jednom odradili zadatak do kraja, jer tad već znaju da će dobiti isti domet u slučaju tih uglova.

Zadatak 2:

Telo je izbačeno vertikalno naviše početnom brzinom $v_0 = 20 \frac{m}{s}$.

- a) Kolika je brzina tela u trenutku $t = 3\ s$?
- b) Na kojoj visini će biti telo u tom trenutku?

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

Rešenje: Kretanje tela izbačenog vertikalno naviše sastoje se iz dva dela: ravnomerno usporenog kretanja nagore do tačke maksimalne visine i ravnomerno ubrzanog padanja. Najpre treba odrediti da li se telo u trenutku $t = 3\ s$ kreće nagore ili nadole. Zato odredimo vreme kretanja tela nagore. Telo će dospeti u najvišu tačku u trenutku t_g kada mu brzina jednaka nuli, pa zamenom $v = 0$ u izrazu za trenutnu brzinu $v = v_0 - gt_g$ dobijamo:

$$0 = v_0 - gt_g$$

$$v_0 = gt_g$$

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

Traženo vreme kretanja tela naviše:

$$t_g = \frac{20 \frac{m}{s}}{10 \frac{m}{s^2}} = 2 \text{ s}$$

Maksimalnu visinu tela izračunamo iz izraza za pređeni put pri ravnomerno usporenom kretanju:

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

Zamenom dobijamo:

$$H = v_0 \cdot t_g + \frac{1}{2} g \cdot t_g^2$$

$$H = 20 \frac{m}{s} \cdot 2 \text{ s} + \frac{1}{2} 10 \frac{m}{s} \cdot 4 \text{ s}^2 = 40 \text{ m} - 20 \text{ m} = 20 \text{ m}$$

- a) Telo se kretalo $t_g = 2 \text{ s}$ nagore, što znači da se u trenutku $t = 3 \text{ s}$ telo kreće nadole. Kretanje nadole je ravnomerno ubrzano bez početne brzine, pa je tražena brzina:

$$v = g(t - t_g) = 10 \frac{m}{s^2} (3s - 2s) = 10 \frac{m}{s}$$

- b) Pri kretanju nadole telo prelazi put

$$s = \frac{g(t - t_g)^2}{2} = \frac{10 \frac{m}{s^2} (3s - 2s)^2}{2} = 5 \text{ m}$$

pa je tražena visina tela:

$$h = H - s = 20 \text{ m} - 5 \text{ m} = 15 \text{ m}$$

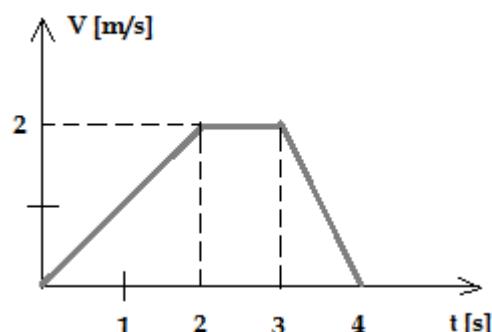
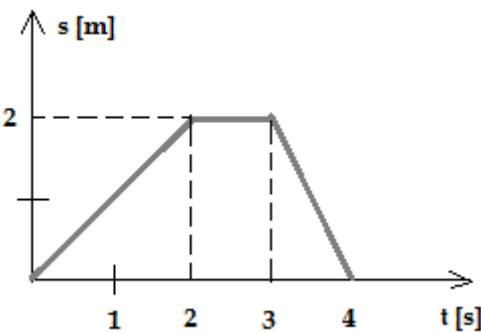
5.3.Grafički zadaci

Zadaci za čije rešavanje je potrebno koristiti ili crtati grafike, nazivaju se grafički zadaci. To su u suštini kvantitativni zadaci, u kojima se do odgovarajućih podataka dolazi grafičkim putem. U fizici je bitna funkcionalna zavisnost pojedinih veličina, a preko grafika ta zavisnost postaje uočljivija i lakša za razumevanje. Važna stvar u školskoj nastavi je razvijanje posmatračkih sposobnosti i motorike, a ovaj tip zadataka u tome veoma pomaže. [8]

Primer grafičkog zadatka:

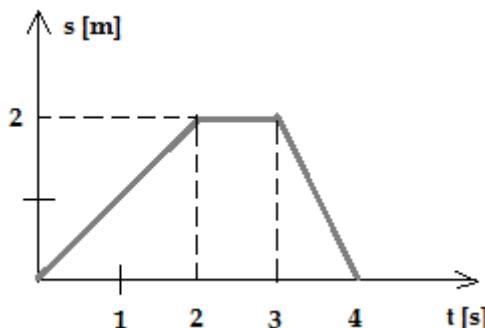
Zadatak 1:

Na osnovu datog grafika opisati kretanje tela i izračunati brzinu/ubrzanje na svakom delu puta. Izračunati ukupan put.



Rešenje:

U zadatku nam je dato dva grafika. Prvo, učenici treba da primete da grafici nisu isti! Šta je razlika između tih grafika? Možemo videti da je na x-osi na oba grafika označeno vreme, a na y-osi na prvom grafiku imamo pređeni put, a na drugom brzinu. Analiziramo prvi grafik:

Analiziranje prvog grafika:

Funkcija: pređeni put od vremena

Prvi deo puta: funkcija raste, pređeni put linearno raste sa vremenom

Drugi deo puta: funkcija je konstantna, ne raste ni ne opada sa vremenom

Treći deo puta: funkcija opada, pređeni put se smanjuje sa vremenom

1° Kada funkcija raste, to nam znači da pređeni put raste sa vremenom linearno. Kada raste linearno, onda znamo da nema ubrzanje, tj. brzina nam je konstantna, pa možemo reći da na ovom delu puta imamo **ravnomerno kretanje**.

Kod ravnomernog kretanja važi formula:

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

Pa je na ovom delu puta brzina:

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{2 - 0}{2 - 0} = \frac{2 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

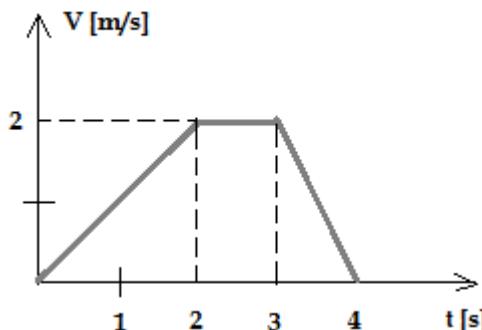
Dobili smo da je brzina jedan metar po sekundi.

2° Kada je funkcija konstantna to nam znači da se pređeni put ne menja sa vremenom. To bi značilo da je na tom delu puta telo stajalo u istom položaju i to za vremenski interval od jedne sekunde.

3° Kada funkcija opada to nam znači da pređeni put linearno opada sa vremenom. U tom slučaju, ako računamo brzinu po prethodnoj formuli, dobijamo da je brzina negativna. Kako je to moguće?

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 2}{4 - 3} = \frac{-2 \text{ m}}{1 \text{ s}} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

U ovom slučaju, negativan znak nam služi da označimo smer kretanja. Kako je brzina vektorska veličina, ona ima pravac i smer, i za svaki vektor moramo izabrati pozitivni smer. Ako se telo kreće u suprotnom smeru onda ide u negativnom smeru, i zbog toga nam je brzina negativna.

Analiziramo drugi grafik:

Funkcija: brzina od vremena

Prvi deo puta: funkcija raste, brzina linearne raste sa vremenom

Drugi deo puta: funkcija je konstantna, ne raste ni ne opada sa vremenom, brzina je konstantna

Treći deo puta: funkcija opada, brzina se smanjuje sa vremenom

1° Kada funkcija raste, to nam znači da brzina raste sa vremenom linearne. Kada raste linearne, onda znamo da je ubrzanje konstantno, tj. ubrzanje nam je konstantna, pa možemo reći da na ovom delu puta imamo **ravnomerno ubrzano kretanje**.

Kod ravnomernog ubrzanog kretanja važi formula:

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

Pa je na ovom delu puta ubrzanje:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{2 - 0}{2 - 0} = \frac{2 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Dobili smo da je ubrzanje jedan metar po sekundi na kvadrat.

Pređeni put na ovom delu puta možemo odrediti iz formule:

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

Telo je započelo kretanje iz stanja mirovanja, tj. $v_0 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Iz toga sledi da:

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

Na ovom delu puta telo je prešlo 2 m.

2° Kada je funkcija konstantna to nam znači da se brzina ne menja sa vremenom. To bi značilo da se na tom delu puta telo kretalo **konstantnom brzinom** u trajanju od jedan sekundi.

$$v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}, t = 1 \text{ s}, a = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

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

Na ovom delu puta telo je prešlo 2 m.

3° Kada funkcija opada to nam znači da brzina linearno opada sa vremenom. U tom slučaju, ako računamo ubrzanje po prethodnoj formuli, dobijamo da je ubrzanje negativna. Šta to znači?

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 2}{4 - 3} = \frac{-2 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ako je ubzanje negativna, to nam znači da se telo kretalo usporeno.

Pređeni put na ovom delu puta možemo odrediti iz formule:

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

Početna brzina na ovom delu puta je $v_0 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Iz toga sledi da:

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

Na ovom delu puta telo je prešlo 1m.

Ukupan put je: $s_u = s_1 + s_2 + s_3 = 2\text{m} + 2\text{m} + 1\text{m} = 5\text{m}$

Drugi način da se dobije pređeni put jeste da se izračuna površina ispod grafika.

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

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

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

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

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

6. Eksperimentalne vežbe predviđene planom i programom

Prva nastavna tema koja se radi na časovima fizike u osnovnoj školi je kretanje. Deca već tada, u šestom razredu nauče kako treba opisati ravnomerno pravolinijsko kretanje i upoznaju se sa pojmovima i veličinama kojima se ono opisuje. To su: putanja, put, vreme i brzina. Oni nauče kako zavisi pređeni put od vremena kod ravnomernog pravolinijskog kretanja, i već znaju šta znači ako recimo da je brzina konstantna. U operativnom planu se javlja i tema promenljivo pravolinijsko kretanje i srednja brzina. Sa kretanjem se više ne bave u šestom razredu.

U sedmom razredu se obrađuje tema ravnomerno promenljivo pravolinijsko kretanje i tada pričaju o tome kako zavisi brzina i put od vremena u slučaju slobodnog pada ili kad se neko telo kreće niz strmu ravan.

Nastavnik treba da demonstrira promenljivo pravolinijsko kretanje kuglice niz strmu ravan, kretanje tela pod dejstvom stalne sile, a na času koji je predviđen za ponavljanje učenici demonstriraju oglede sa časova obrade. Isto tako, nastavnik, kada predaje frontalno, demonstrira slobodno padanje tela, hitac naviše i hitac naniže, i na sledećem času učenici dobijaju mogućnost da te pojave i same demonstriraju.

Na kraju nastavne teme imaju laboratorijske vežbe gde određuju ubrzanja tela koje slobodno pada. Za ovaj eksperiment je potreban stativ sa milimetarskom podelom, tri pokretna nosača sa stegama, elektromagnet, metalna kuglica, elektronski merač vremena, fotoćelija, svetlosni izvor, komadni sto sa prekidačima.

Gradivo osmog razreda već nije direktno vezano sa oblašću Kinematika, i zbog toga ni neću pričati detaljnije o tome.

Nastavni plan za srednju školu predviđa slične eksperimente za demonstriranje ravnomerno promenljivog pravolinijskog kretanja, može se koristiti strma ravan i Mikulova cev. Jedan eksperiment koji nije pogodno za učenike osnovne škole je Atvudova mašina. Ovaj eksperiment je malo kompleksniji i zbog toga je predviđen za prvi razred srednje škole.

6.1. Atvudova mašina

Jednako ubrzano i inerciono kretanje tela se mogu proveriti pomoću jednostavne sprave koja se naziva Atvudova mašina (prikazana na slici). Dva tega jednakih masa nalaze se sa različitim strana koturače u ravnoteži. Ako se na jedan teg stavi mali preteg mase m , ceo sistem pod uticajem težine pretega počinje da se kreće jednako ubrzano. Mereći put koji sistem prelazi i vreme za koje ga prelazi, može se odrediti ubrzanje sistema prema relaciji:

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

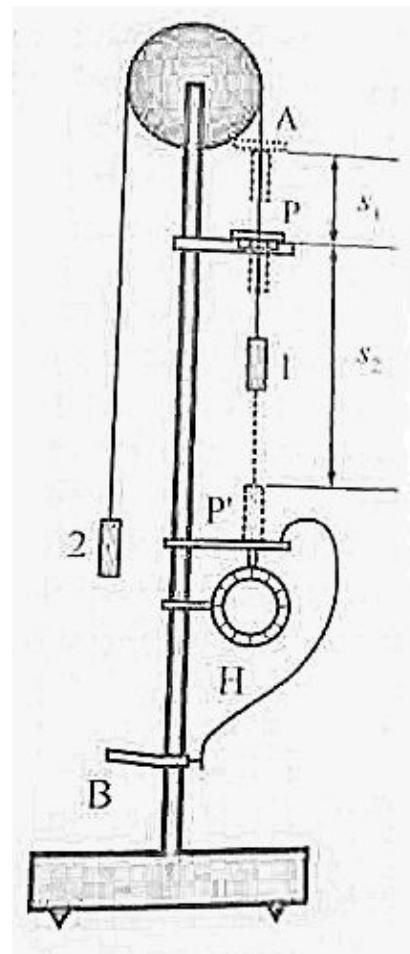
Konstrukcija Atvudove mašine omogućava i drugi eksperiment u kome se sistemu „tegovi+preteg” koji započinje kretanje iz krajnjeg gornjeg položaja A, posle pređenog puta s_1 skida preteg pomoću prstena P. Posle toga teg 1 nastavlja da se kreće po inerciji duž puta s_2 . Meri se ukupno vreme t . Iz pređenog puta s_1 i ubrzanja a može se odrediti vreme proteklo do skidanja pretega t_1 i brzinu sistema „tegovi+preteg”, v_1 u tom trenutku:

$$t_1^2 = \frac{2s}{a} \quad v_1 = a \cdot t_1$$

Iz ukupnog vremena kretanja t (za put s_1 i s_2) može se izračunati vreme $t_2 = t - t_1$ provedeno na putu s_2 i srednja brzina inercionog kretanja tegova:

$$\bar{v} = \frac{s_2}{t_2}$$

Treba uočiti da je krajnja brzina ubrzanog kretanja (v_1) jednaka srednjoj brzini inercionog kretanja (\bar{v}). Može da se trenja između kotura i kanapa.



1. slika: Šema Atvūdove mašine

Učenici prilikom vežbe treba da izračunaju vreme za koje sistem pređe određeni put u slučaju ravnomerno ubrzanog kretanja. Iz tih vrednosti izračunaju ubrzanje koji određeni teg uzrokuje. U drugom delu vežbe imamo kombinovano kretanje, tj. ravnomerno ubrzano kretanje i zatim jednoliko kretanje (konstantna brzina). Učenici treba da izmere pređeni put s_1 i s_2 , i vreme potreban da teg pređe put $s = s_1 + s_2$. Na kraju eksperimenta uzimaju milimetarsku hartiju i nacrtaju grafik zavisnosti $v = v(t)$ za ovo kombinovano kretanje.

7. Jednostavni eksperimenti

7.1. Slobodan pad povezanih novčića

Pomoću konca na koji su pričvršćeni novčići na određenim rastojanjima može se demonstrirati veza između vremena padanja i puta u slučaju slobodnog pada.

Prvo, izmerimo 2 m konca, a zatim zlepimo 7 novčića na koncu tako da rastojanje između njih bude isto, tj. možemo napraviti 40 cm razmak između njih.

Zatim, izmerimo drugi konac, opet 2m. Na kraj konca zlepimo prvi novčić, a šest drugih novčića zlepimo tako da se njihov razmak u odnosu na prvi novčić odnosi kao 1:4:9:16...

Razmaci između novčića se odnose kao
1:3:5:7...

$$\begin{aligned} 5 \text{ cm} + 15 \text{ cm} + 25 \text{ cm} + 35 \text{ cm} + 45 \text{ cm} + 55 \text{ cm} \\ = 180 \text{ cm} \end{aligned}$$

(Za bolje razumevanje ovih podela možemo pokazati video snimak đacima, o tome ću pričati malo kasnije, pod naslovom Demonstracioni ogledi – Video snimci)

Ako se konac koji slobodno visi, tako da prvi novčić dodiruje pod, pustimo da padne i slušamo. Možemo primetiti da novčići padaju na pod ubrzano u prvom slučaju (kad su pričvršćeni ekvidistantno) a u drugom slučaju padaju u istim vremenskim intervalima.

Posle izvođenja eksperimenta možemo detaljnije objasniti šta se desilo, koju formulu možemo koristiti u ovom slučaju.

Deca su već naučili da u slučaju slobodnog pada pređeni put možemo dobiti preko formule:

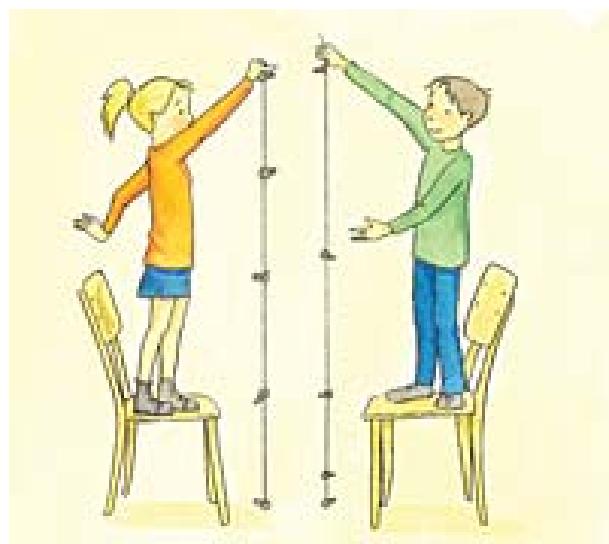
$$s = \frac{gt^2}{2}$$

Ako su razmaci isti između novčića, onda znamo da pređeni put prvog, drugog, trećeg... novčića se odnose kao:

$$s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$$

U tom slučaju, vreme koji je potrebno da novčić pređe određeni put možemo dobiti preko izraza:

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



2. slika: Šema izvođenja eksperimenta

To znači da njihovo vreme padanja u slučaju ekvidistantnih poređenja se odnose kao:

$$t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \dots$$

U drugom slučaju putevi novčića se odnose kao:

$$s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 4 : 9 : \dots$$

I zbog toga oni treba da padnu na pod u istim vremenskim intervalima, tj. između vremena padanja mora postojati sledeći odnos:

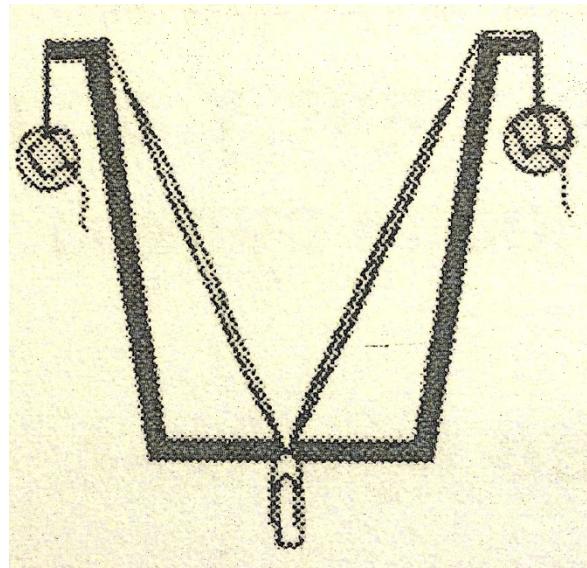
$$t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$$

7.2. Slobodan pad – bestežinsko stanje

Ovim eksperimentom možemo pokazati da prilikom slobodnog pada nestaje težina tela.

Vrhom zagrejane igle napravimo mali otvor na dnu jedne plastične čaše. Kroz otvor provucimo dve gumice i pomoću spajalice čvrstimo ih sa spoljašnje strane čaše. Na drugi kraj gumice vezimo konac i na njegovom kraju pričvrstimo teg, isto uradimo i na drugoj gumici. Prebacimo tegove preko ivice čaše. Kada čašu sa tegovima koji vise na spoljašnjoj strani čaše pustimo da slobodno pada sa veće visine možemo primetiti da se tegovi povlače u unutrašnjosti čaše.

Šemu eksperimenta nacrtamo na tabli i posle eksperimenta možemo dopuniti crtež sa vektorima koji pokazuju silu zatezanja gumice i težinu tegova. Te sile su uravnotežene u stanju mirovanja, a u slučaju slobodnog pada nestaje težina tela i sila zatezanja gumica ih povlači u čašu.



3. slika: Šema eksperimenta

7.3. Brže od slobodnog pada

Kraće ivice dve daske spojimo pomoću šarki, kao što se vidi i na slici. Na vrh daske postavimo metalnu kuglu i pored nje učvrstimo plastičnu čašu. Podignimo gornju dasku do visine od 60 cm. Pustimo je da slobodno pada i posmatramo šta se dešava. Metalna kugla upadne u čašu.

Posle izvođenja eksperimenta možemo postaviti pitanja đacima zašto je to desilo. Zajedno ćemo objasniti ovu pojavu.

Daska ima ugaono ubrzanje koje je posledica delovanja sile Zemljine teže u tački težišta koja se nalazi na polovini od ukupne dužine daske. Pošto je pad daske slučaj rotacije krutog tela oko nepomične ose svaka tačka na njoj ima **isto ugaono ubrzanje**. To znači da ugaono ubrzanje u tački gde je pričvršćena plastična čaša je ista, ali **tangencijalno ubrzanje je veća** jer je više udaljena od ose rotacije. Ovo ubrzanje je veće od ubrzanja Zemljine teže, i zato metalna kugla pada malo sporije i upadne u plastičnu čašu.

Moment inercije daske u odnosu na osu rotacije je

$$I = \frac{1}{3} m L^2$$

Moment sile koje deluje na dasku

i ubrzanje ugla koji iz toga

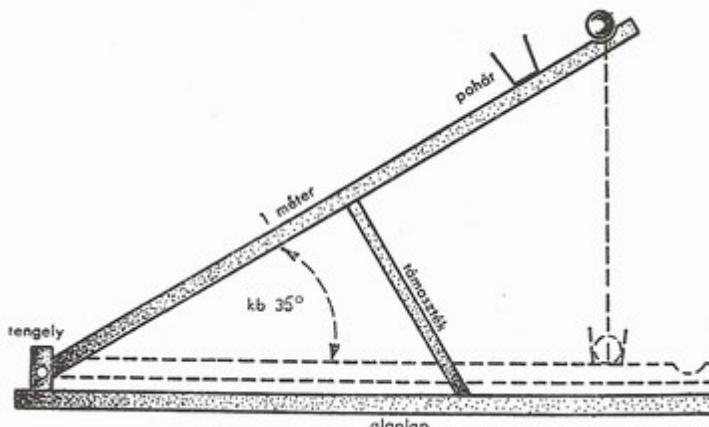
rezultira:

$$M = r F_s = \frac{L}{2} mg \cos\varphi$$

$$\ddot{\varphi} = \frac{M}{I} = \frac{3g}{2L} \cos\varphi$$

Vrednost ubrzanja kraja daske:

$$a = \ddot{\varphi} L = \frac{3}{2} g \cos\varphi$$



4. slika: Šema eksperimenta

$$a = a \cos\varphi = \frac{3}{2} g \cos^2\varphi$$

$\cos\varphi \approx 1$ za male uglove, pa sledi:

$$a_y \approx \frac{3}{2} g$$

8. Multimedijalno demonstriranje

8.1. Video snimci

Video snimci su jako korisni kod prezentacije komplikovanih eksperimenata. predavanja će biti celovitiji ako odgovarajućim multimedijskim sredstvima demonstriramo. Na internetu možemo naći razne tipove video snimaka, ima i predavanja cele oblasti svih predmeta i poznatih serija naučnih TV programa. Verovatno je već svaki učenik čuo o Mythbusters-ima ili o Brainiac-u, koji u svojim serijama pokazuju najpopularnije fizičke eksperimente na svoj zanimljiv način. Ako učenici povezuju one likove sa „dosadnom“ fizikom biće sigurno zanimljivija.

Na Youtube-u postoji i naučni „kanali“ gde skupljaju razne snimke iz više oblasti. Najbolji kanali su na engleskom jeziku, ali sve više i više ima i na drugim jezicima. Ja lično preporučujem sledeće kanale iz oblasti fizike:

- PhysicsGirl
- Veritasium
- Home Science
- HooplaKidzLab
- Bruce Yeany
- TheBackyardScientist
- Today I found out

U nastavi sam najviše koristila snimke Bruce Yeany-a. On je nastavnik u osnovnoj školi u Americi i obožavam kako on predaje. Povezuje eksperimente sa teorijom na razumljiv način i deca uživaju u nastavi jer im daje vreme za istraživanje i za sopstveni rad.

U ovom radu ću preporučiti dva video snimka od njega koji su vezane za ovu temu – kosi hitac. Ako nemamo mogućnosti da reprodukujemo na času eksperimente koji je on radio – to bi bilo najpogodnije - onda možemo samo pokazati snimak đacima i simultano objasniti šta se dešava, šta oni vide.

8.1.1. Horizontalan i kosi hitac

Prvi video snimak koju bih preporučila uz ovu temu se zove „Motion in two directions – hanging display”, što znači kretanje u dve dimenzije – viseći prikaz. Ovaj eksperiment mi se jako sviđa zbog toga što sa istim aparaturom možemo prikazati liniju putanja horizontalnog pa i kosog hica. Putanja tela koje se kreće kao horizontalni hitac je parabola. Kada se gornji štap, na koji su okačene loptice, spušta dole, loptice se raspoređuju tako da prikazuju oblik putanja kad imamo kosi hitac. Pravac tog štapa upravo pokazuje **ugao hica**, odnosno ugao pod kojim je ispaljen projektil.



Motion in two directions (parabolic curve) hanging display/// Homemade Science with Bruce Yeany



5. slika: Deo snimke gde se prikaže oblik putanja kod vertikalnog i horizontalnog hica [3]

8.1.2. Oblik putanja

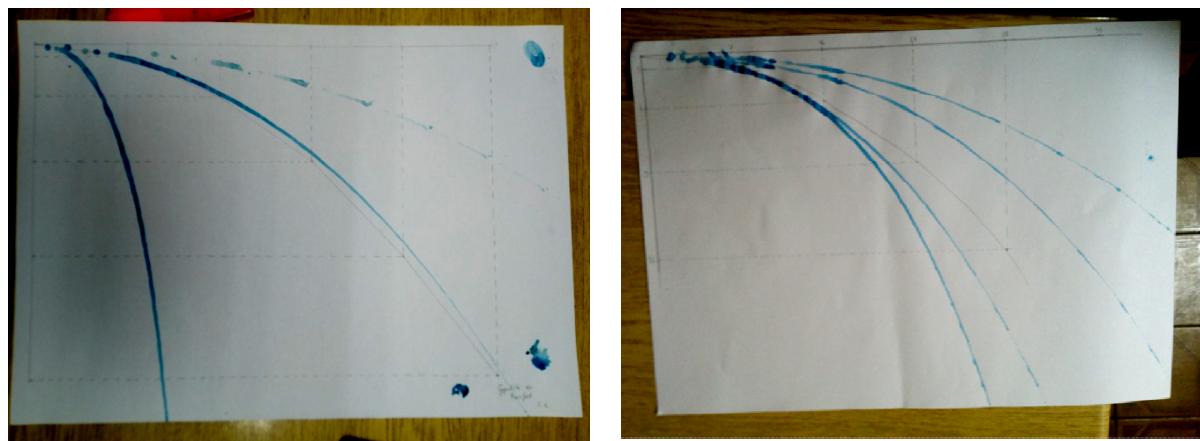
Drugi video snimak koji preporučujem može se naći pod nazivom „Motion in 2 directions lab activity, parabolic curves“ što znači kretanje u dve dimenzije – laboratorijska vežba – parabolične krive. U ovom eksperimentu deca se igraju sa klikerima koji su umočili u zelenu boju. Kliker stavljaju na strmu ravan da se dobija početna brzina pa se ofarbano telo kreće po paraboličnoj stazi jer smo spuštali da kreće na sto čija površina nije horizontalna (treba podignuti jednu stranu stola i staviti podmetače ispod nogare da se dobija strma ravan). Možemo prikazati oblik putanja kosog hica ako kuglicu spuštamo u suprotnom smeru, naviše pod nekim uglom. Nije teško uraditi ovaj eksperiment nego dugo traje pripremanje i zbog toga je lakše samo ga prikazati preko multimedija.



Motion in 2 directions lab activity, parabolic curves
/// Homemade Science with Bruce Yeany

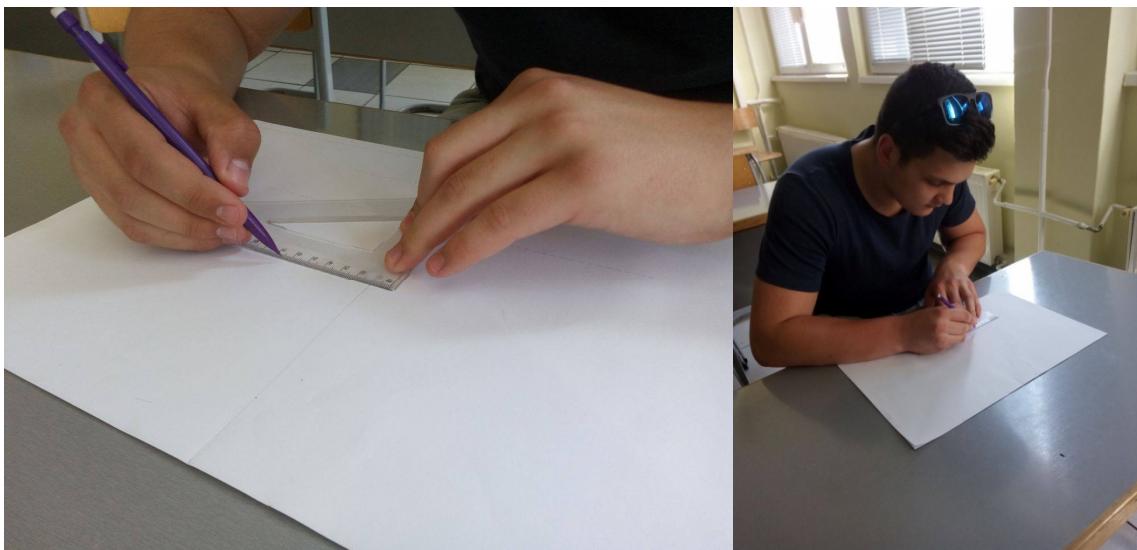
6. slika: Deo snimke, gde se prikaže oblik putanja kod horizontalnog hica [4]

Prethodni eksperiment sam uspela da uradim i svojim učenicima, i mislim da smo dobili izuzetno dobre rezultate – što se tiče eksperimenta i dublje razumevanje gradiva. Prvo smo uradili horizontalni hitac. Ponavljali smo učenicima kako izgleda oblik putanja u slučaju horizontalnog hica, da brzinu možemo podeliti na dve komponente po x i po y osama. Znaju, da komponenta brzine u x-osi je konstantna, i jednak je početnoj brzini projektila, a komponenta brzine u y-osi se povećava sa vremenom, to jest u tom pravcu uzima se da je kretanje ravnomerno ubrzano.



Svima sam dala papir A3 formata i učenici su jako lepo nacrtali oblik putanja.

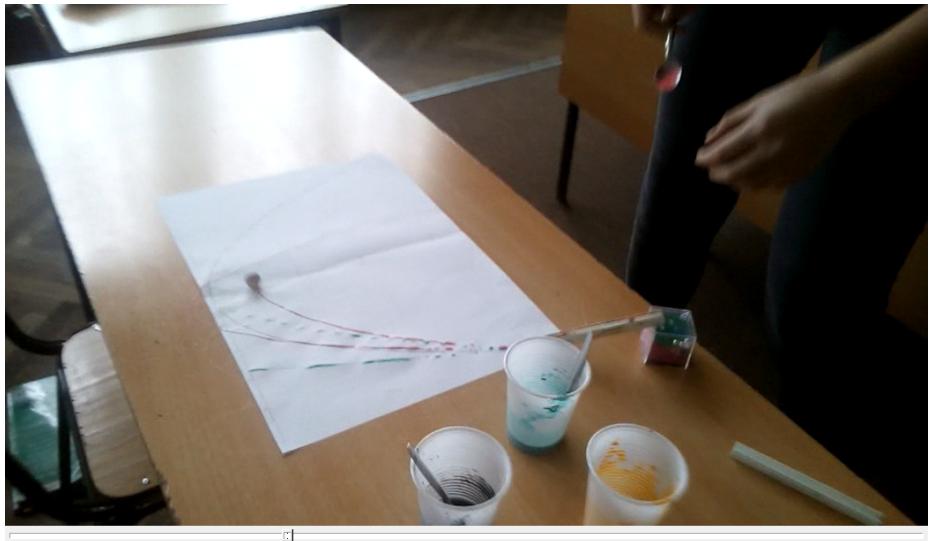
Prvo, na y-osi označili su gde treba da se nalazi kuglica u određenim trenucima (vremenski interval između njih je konstantan) Na primer, neko je uzeo da prva tačka se nalazi na 1 cm od



7. slika: Crtanje grafika

početnog položaja, zatim na 4 cm (odnosno na 3 cm od prethodne oznake), pa na 9 cm, itd. Sličan eksperiment su uradili sa novčicima, ali mislim da je ovaj eksperiment mnogo lepši i malo i složeniji.

Kad su to završili, rekla sam da odbroje tačkice na y-osi, pa da podele x-osu tako da bude isti broj tačaka i na toj osi, samo na istim rastojanjima. Lepo su rešili zadatak. Zatim, povezali su određene tačke, pa na osnovu dobijenih preseka nacrtali su liniju putanja.

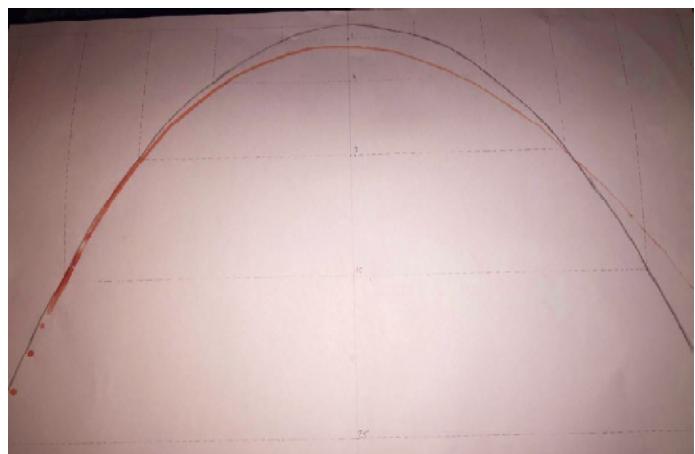


Pomoću dvoje učenika pripremili smo eksperiment kao što je to napisano na prethodnoj strani. Probali smo da dobijemo rezultat koji je jako blizu našem predviđenju. Posle nekoliko pokušaja, uspeli smo. Učenici su bili jako zadovoljni. Dok su crtali te linije neki su i pitali šta će izaći iz toga, zašto to radimo, ali kad smo dobili rezultat, svi su bili oduševljeni i takmičili su se kome je lepše ispalo. Neki su i tražili da bude više trajektorije na istom papiru, pa su tumačili kako to zavisi od brzine projektila.



Isto tako, na sledećem času uradili smo i kosi hitac. Još brže su nacrtali ose i liniju putanja. Sada na polovini papira su obeležili y-osu i liniju putanja su nacrtali na obe strane. Tako smo dobili oblik putanja kosog hica. Eksperiment smo i snimili.

Sledeće rezultate smo dobili:



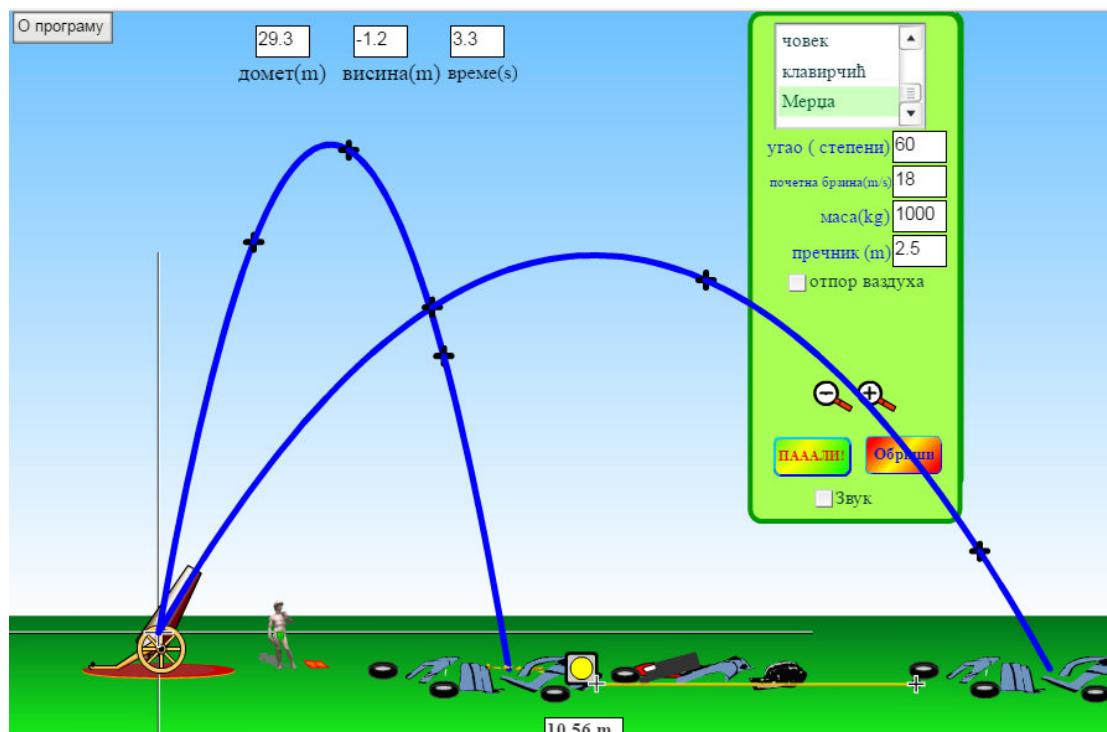
8.2. Simulacije

Simulacije su odlične za razvijanje individualnih kompetencija. Profesor pre upotrebe ove simulacije obavezno treba da:

- objasni učenicima šta treba da zapažaju i koje pojave će pokazati i proveriti ovim programom,
- ispravi greške koje su eventualno prisutni u simulaciji (greške u prevodu, mernе granice programa) i da
- objasni učenicima zbog čega je otvorio program da oni znaju o čemu se radi, da se ne igraju besmisleno.

8.2.1. Simulacija: Kretanje projektila (Jeremija pali topa!)

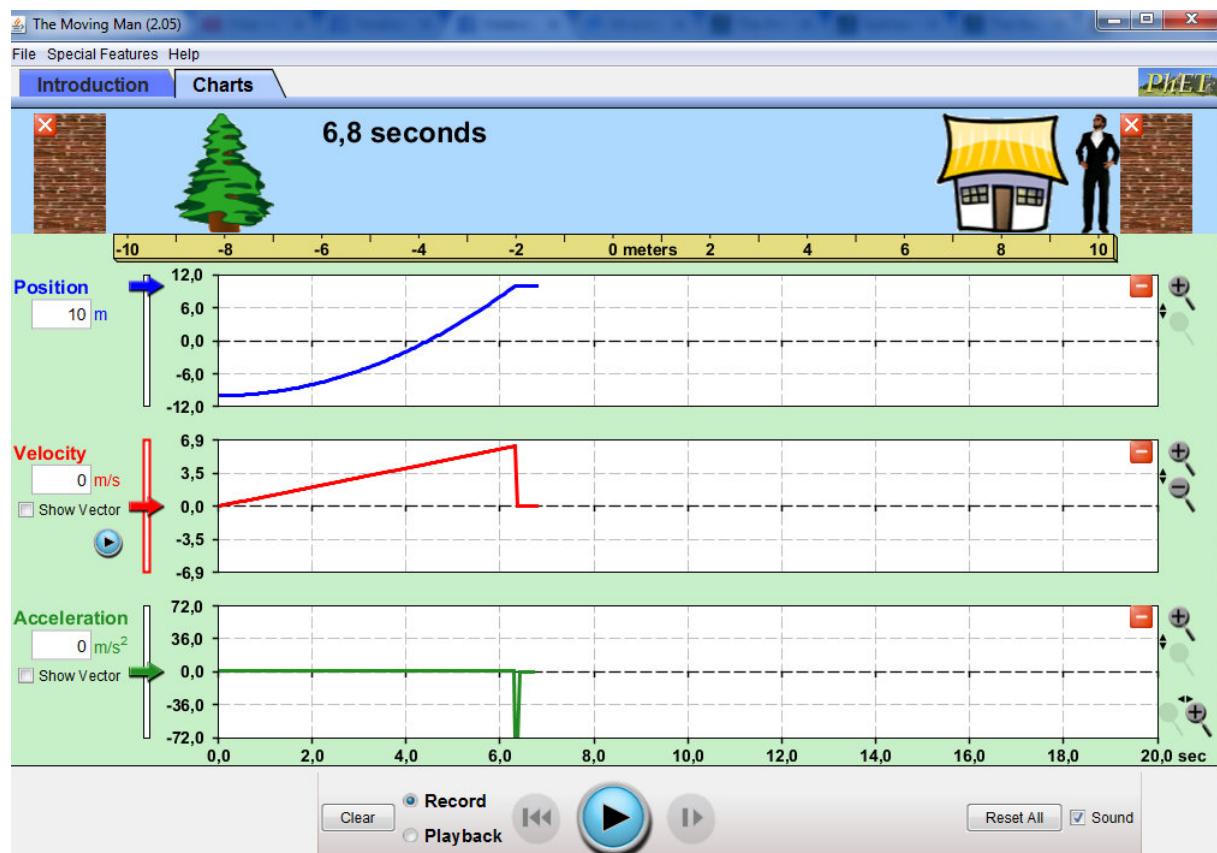
Ova simulacija nam služi za prezentaciju kosog hica. Sa programom možemo podešiti željeni ugao, početnu brzinu, masu i prečnik projektila. Možemo izabrati i projektile sa određenim karakteristikama, npr. možemo klavirčić, auto, ili jedan čovek staviti u top, koji imaju određenu masu i prečnik. Učenicima možemo dati zadatak da izabere jedan od tih tela, i da eksperimentišu sa raznim uglovima hica. U programu postoji i merna traka kojim možemo izmeriti domet i visinu. Izmeren je i vreme putanja. Domet zavisi o uglu pod kojim je telo bačeno. Najveći mogući domet je za ugao od 45° . Za uglove različite od 45° domet se smanjuje.



8. slika: Simulacija za prikaz pređenog puta projektila za različite uglove hica [3]

8.2.2. Simulacija: Strma ravan

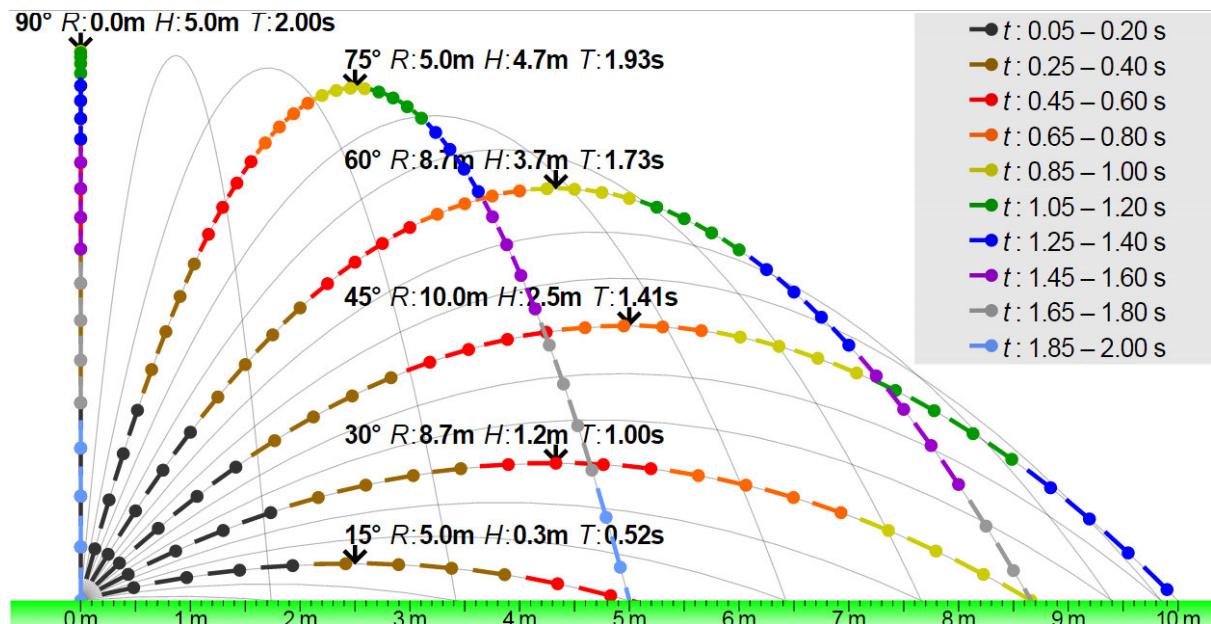
Svaka simulacija ima svoje pozitivne strane. Konkretno kod ovog primera najlepše su prikazane zavisnosti pređenog puta, brzine i ubrzanja od vremena. Na ovoj slici se vidi putanje sa konstantnom ubrzanjem $a = 1 \frac{m}{s^2}$, i to se lepo vidi na grafici (zelena linija) da je ova veličina nepromenljiva. Zatim možemo pogledati grafik zavisnosti brzine od vremena. Vidi se da pri konstantnom ubrzanju brzina se povećava ravnomerno sa vremenom. Ova funkcija je prava, sa nagibom k , koji je u stvari ubrzanje a , jer znamo da je $v = a \cdot t$. Na kraju posmatramo funkciju zavisnosti pređenog puta od vremena. Pređeni put se raste eksponencijalno sa vremenom u slučaju konstantnog ubrzanja, odnosno u slučaju slobodnog pada i kretanja po strmoj ravni. Ova zavisnost je jako lepo prikazana na slici, to je prvi grafik po redu, kriva linija plave boje. Ova simulacija pomaže učenicima u boljem razumevanju grafičkih prikaza. Lakše je pokazati šta znači ako telo ima negativno ubrzanje i kako će izgledati grafik zavisnosti brzine od vremena u tom slučaju.



9. slika: Simulacija za grafički prikaz ravnomernog kretanja [3]

8.3. Animacije

Širenjem digitalnih uređaja i online života savremeni čovek sve više i više koristi svoje oči za posmatranje – možemo konstatovati da za neke potrebe od svih naših čula često se koristi isključivo vid. Kako napreduje nauka sve manje je „plijiv“, neke pojave možemo posmatrati specijalnim mikroskopima, a druge ne možemo ni slikati, već treba napraviti neku animaciju kako bismo to videli. Na primer kad su otkrili gravitacione talase koji nastaju sudarom crnih rupa pogodno je bilo da se ova pojava pokaže preko neke animacije, da i ti ljudi, koji se ne bave sa naukom – shvataju šta se desilo. No, kod kosog hica to nije neophodno jer to možemo pokazati i uživo u bilo kom trenutku, ali ipak, kao domaći zadatak ili dodatni rad možemo pokazati učenicima ovu animaciju. Danas, naročito deca pogledaju bar 50-100 slika dnevno, a znamo i te „gif“-ove, koji su nešto između video snimke i slike. Ova animacija je slično gifovima i verovatno je interesantno đacima. Pomeranjem kurzora možemo posmatrati do koje tačke je stiglo telo na određenom linijom putanja. I ovde se vidi da najveći domet možemo postići ako ugao hica podesimo na 45° .



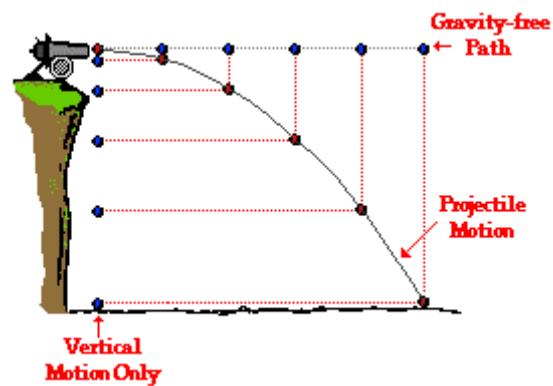
10. slika: animacija za različite uglove hica [6]

9. Zaključak

Upoznavanje dece sa zakonima fizike najčešće se vrši verbalnim metodama, izolovanim posmatranjima pojedinih zakona bez veze sa praktičnom primenom i svakodnevnim životom. Tako u stvari fizika ostaje kao neki izolovani pojam, daleko od dečijeg života, za njih često neshvatljiv, pa prema tome tuđ i dosadan. Naspram ovog shvatanja, ako se u nastavi fizike služimo sa odgovarajućim multimedijskim sredstvima pri prikazivanju eksperimenata, naše izlaganje biće interesantnije i praktičnije. Te možemo dostići da deca uživaju u nastavi.

Cilj ovog rada je bio da se prikaže, kako se putem eksperimentalnih vežbi može učenje učiniti lakšim i zanimljivijim. Demonstraciju eksperimenta u eksperimentalnoj fizici ne treba smatrati kao dopunu usmenom izlaganju gradiva već kao njegov nerazdvojni deo. Učenici više vole da znanje stiču kroz neposredan rad na času nego kada samo slušaju ili posmatraju. Primenom demonstracionih ogleda praktičan rad učenika omogućavamo i u onim školama u kojima se zbog nedostatka nastavnih sredstava fizika svodi na verbalna predavanja.

Naglasila bih još jednom da je jako bitno prilagođavati se interesovanju savremenih đaka, digitalna svet utiče i na prosveti i bolje je da se ne protivimo nego da iskoristimo prednosti te tehnike. Tako čemo se i mi razvijati i saradnja sa đacima će biti lakša i efikasnija.



10. Literatura

- [1] dr Dušanka Obadović, Ivana Rančić: Praktikum jednostavnih eksperimenata u nastavi fizike, Novi Sad, 2012.
- [2] dr Agneš Kapor, dr Sonja Skuban, dr Dragan Nikolić: Eksperimentalne vežbe iz mehanike, Novi Sad, 2011.
- [3] PhET simulacije: <https://phet.colorado.edu/>
- [4] Video snimke: Bruce Yeany channel, youtube.com
- [5] <http://fizis.rs/osnovna-skola/vii-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%B4/%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%9A%D0%B5-%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B0-%D0%BF%D0%BE%D0%B4-%D0%B4%D0%B5%D1%98%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D0%BC-%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%B5-%D1%82%D0%B5%D0%B6%D0%B5/slobodno-padanje-tela-bestezinsko-stanje-hitac-navise-i-hitac-nanize/>
- [6] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/Ideal_projectile_motion_for_different_angles.svg
- [7] Zavod za vrednovanje kvaliteta obrazovanja i vaspitanja, 2013. Opšti standardi postignuća za kraj opštег srednjeg obrazovanja i vaspitanja u delu opšteobrazovnih predmeta, <http://ceo.edu.rs/>
- [8] Obrada nastavne teme: „Masa i gustina” u osnovnoj školi – master rad, *Zoltan Varga*



Kratka biografija:

Emeše Nađ Abonjić, rođena je 09.09.1992. godine u Senti, završila je osnovnu školu „Stevan Sremac“ u Senti, zatim upisala je matematički smer u Gimnaziji za talentovane učenike „Boljai“ isto u rodnom mestu.

Nakon završetka gimnazije, 09.09.2011. godine upisuje osnovne studije na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu, smer diplomirani profesor fizike. Diplomirala je 09.09.2016. godine, i tada se već vratila u Senu u svoju gimnaziju da predaje fiziku matematičarima. Iste godine upisuje master studije profesor fizike.

U avgustu 2017. godine udala se i preselila se u Trešnjevac. Primila je muževljevo prezime i sada kao Emeše Salma dalje radi kao profesorica u ovoj gimnaziji.

**Univerzitet u Novom Sadu
Prirodno-matematički fakultet**

Ključna dokumentacijska informacija

Redni broj, RBR:	
Identifikacioni broj, IBR:	
Tip dokumentacije, TD:	monografska dokumentacija
Tip zapisa, TZ:	tekstualni štampani materijal
Vrsta rada, VR:	master rad
Autor, AU:	Emeše Nađ Abonji
Mentor, MN:	Dr Sonja Skuban
Naslov rada, NR:	Obrada nastavne teme <i>Kinematika</i> u prvom razredu za srednje stručne škole
Jezik publikacije, JP:	srpski (latinica)
Jezik izvoda, JI:	srpski/engleski
Zemlja publikovanja, ZP:	R. Srbija
Uže geografsko područje, UGP:	Vojvodina
Godina, GO:	2017.
Izdavač, IZ:	autorski reprint
Mesto i adresa, MA:	Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad Trg Dositeja Obradovića 4.
Fizički opis rada, FO: (broj poglavlja/strana/tabela/slika/referenci)	10/58/3/11/10
Naučna oblast, NO:	fizika
Naučna disciplina, ND:	metodika nastave fizike
Predmetna odrednica, ključne reči PO:	slobodan pad, kosi hitac, eksperimenti, nastava fizike
UDK	
čuva se, ČU:	biblioteka departmana za fiziku PMF-a u Novom Sadu
Važna napomena, VN:	nema

Izvod, IZ:	U radu su obrađene teorijske osnove kinematike prilagođene učenicima prvog razreda srednje stručne škole, i prikazani su eksperimenti koji su predviđeni za učenike koji nisu usmereni ka prirodnim naukama, likovnim tehničarima. Analiziran je značaj eksperimenata u predavanju fizike, kao i primeri multimedijalnih vežbi, simulacija i laboratorijskih vežbi vezani za kinematiku. Navedeni su i primeri rešenih zadataka iz ove oblasti kao i standardi i nastavni planovi neophodni za rad u školi.
Datum prihvatanja teme, DP:	12.09.2017.
Datum odbrane, DO:	27.09.2017.
Članovi komisije, KO:	
Predsednik:	dr Maja Stojanović, vanredni profesor
Član:	dr Fedor Skuban, vanredni profesor
Član, mentor:	dr Sonja Skuban, vanredni profesor

**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
Contents code, CC:	master thesis
Author, AU:	Emese Nagy Abonyi
Mentor, MN:	Ph. D. Sonja Skuban
Title, TI:	Threatment of the theme: Kinematics in secondary school
Language of text, LT:	Serbian/Latin
Language of abstract, LA:	Serbian/English
Country of publication, CP:	Republic of Serbia
Locality of publication, LP:	Vojvodina
Publication year, PY:	2017
Publisher, PB:	author's reprint
Publication place, PP:	Novi Sad, Faculty of Science and Mathematics, Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4.
Physical description, PD: <small>(chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendices)</small>	10/58/10/3/11/3/0
Scientific field, SF:	Physics
Scientific discipline, SD:	Didactics of physics
Subject/Key words, S/KW:	kinematics, free fall, projectile motion, experiments, educational standards
UC	
Holding data, HD:	library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4.
Note, N:	-

Abstract, AB:	The paper described the theoretical basis of kinematics and related experiments adjusted for the students of the first grade of secondary vocational schools, art technicians. We analyzed the importance of experiments in teaching physics, as well as examples of multimedia exercises, simulations and laboratory exercises related to kinematics. Also, the examples of solved computational problems, standards and educational plans, which are necessary for teaching, are given.
Accepted by the Scientific Board on, ASB:	12.09.2017.
Defended on, DE:	27.09.2017.
Defended Board, DB:	
President:	Ph. D. Maja Stojanović, associate professor
Member:	Ph. D. Fedor Skuban, associate professor
Member, Mentor:	Ph. D. Sonja Skuban, associate professor