



**REPUBLIKA CRNA GORA
MINISTARSTVO PROSVJETE I NAUKE**

ZAVOD ZA ŠKOLSTVO

OPŠTA GIMNAZIJA

OBAVEZNI IZBORNI PREDMETI

predmetni programi

PROBLEMSKA FIZIKA
obavezni izborni predmet
I, II i III razred opšte gimnazije

1. NAZIV NASTAVNOG PREDMETA**OBAVEZNI IZBORNI PREDMET****NAZIV PREDMETNOG PROGRAMA****PROBLEMSKA FIZIKA****2. ODREĐENJE PREDMETNOG PROGRAMA****a) Položaj, priroda i namjena predmetnog programa**

Izborni predmet **problemska fizika** u 1. i 2. razredu opšte gimnazije predviđen je sa 35 časova, a u 3. razredu sa 70 časova.

U procesu učenja predmeta **problemska fizika**, u kome je dominantna metoda učenja putem rješavanja problema, ostvaruje se pojačana aktivnost učenika/ca u smjeru izvođenja zaključaka i rješavanja problema iz fizike.

Problemsku fiziku je najbolje izučavati kroz rad u projektima, što ovaj program i predviđa. Takvi projekti su:

- jednočasovno rješavanje problema, koje izvode učenici/e uz saradnju sa nastavnikom/com,
- višednevni projekti s terenskim radom i/ili sakupljanjem informacija sa Interneta,
- sakupljanje sadržaja u bibliotekama, korišćenjem računara ili od institucija koje se bave određenom problematikom.

U toku nastave je najlakše uključiti pedagoške novosti i eksperimente, koji se u redovnoj nastavi za sve učenike/ce znatno teže mogu realizovati.

b) Broj časova po razredima i oblicima nastave

Razred	Oblici nastave	
	Teorijski i drugi oblici nastave za sve učenike/ce u obrazovnoj grupi	Vježbe i drugi oblici nastave kod kojih se obrazovna grupa dijeli na više manjih grupa
I	25	10
II	25	10
III	50	20
Ukupno	100	40

S obzirom na prirodu predmeta, njegove sadržaje i načine izvođenja nastave, koji se zasnivaju na vježbama, posmatranju i zaključivanju, to se u ovoj oblasti ne može potpuno precizno odrediti odnos broja časova.

3. OPŠTI CILJEVI PREDMETNOG PROGRAMA

Ovako koncipiranim predmetom i odgovarajućim izborom projektnih tema, saznajni ciljevi, koji se postavljaju svakom školskom predmetu, ispunjeni su u punoj mjeri. Učenici/e stiču nova znanja i to tako, da uz zadatke različitih složenosti, koje moraju aktivno i samostalno rješavati, povezuju činjenice, o njima diskutuju i sa nastavnikom/com "prenose" produbljena znanja i na druga područja. Učenje činjenica je dakle prepleteno sa aktivnostima, koje dovode do razumijevanja sadržaja koji se uče. Vrednovanje i upoređivanje argumenata su sastavni dijelovi takvog učenja. Takođe, provjeravanje znanja je manje opterećujuće u individualnim prijedlozima za rješavanje problema ili uz rad na grupnom projektu. Sadržaji za provjeravanje treba da su prilagođeni mogućnostima i interesovanjima učenika/ce.

Učenici/e treba da:

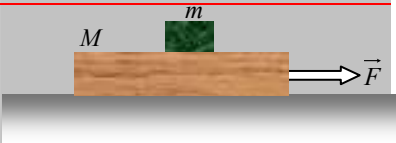
- razvijaju mišljenje, uvježbavaju preciznost opažanja, predlažu moguća rješenja i analiziraju dobijene rezultate;
- razvijaju kritičan odnos prema rezultatima svog rada;
- razvijaju tolerantan odnos prilikom poređenja i vrednovanja argumenata;
- razvijaju sposobnosti i želje za samostalnim obrazovanjem pomoću različitih izvora znanja (udžbenika, enciklopedija, elektronskih izvora i dr.).

4. SADRŽAJI I OPERATIVNI CILJEVI PREDMETNOG PROGRAMA

Problemska fizika: I razred

1.1. TEMA: TRENJE

(Orientaciono: 5 časova)

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije pojavu trenja, - uočava štetne i korisne posljedice trenja, - razumije karakteristike sile trenja, - samostalno rješava računске zadatke i pronalazi primjere koji opisuju trenje, - primjenjuje zavisnost sile otpora sredine od brzine kretanja tijela. 	<p>Učenici/e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje i bilježe osnovne pojmove, - obrazlažu kako razumiju osnovne pojmove, navode primjere koje diskutuju i izvode zaključke, - izvode i analiziraju razne ogledе koji pokazuju karakteristike sile trenja, - pripremaju i rade laboratorijsku vježbu - <i>određivanje koeficijenta trenja mirovanja pomoću strme ravni</i>, - samostalno pronalaze primjere o sili otpora sredine, pripremaju i izlažu različita tumačenja primjera (u grupi ili pojedinačno), - rješavaju problemske zadatke tipa: primjer 1.1.5. Odrediti vrijednost koeficijenta trenja između dva drvena predmeta ako su dati: drvena daska, drveni teg i lenjir. primjer 1.1.6. Tijelo mase 4 kg postavljena je na dasku mase 5 kg koja leži na glatkoj podlozi. Koeficijent trenja između tijela i daske je 0,3. Kolikom maksimalnom silom (paralelno podlozi) se može djelovati na dasku a da ne dođe do proklizavanja tijela?  <p>primjer 1.1.7. Na raspolaganju nam je drveni kvadar čija je jedna strana znatno veća od ostalih. Kako pomoću jednog lenjira možemo odrediti koeficijent trenja između kvadra i stola?</p>	<p>Trenje; sila trenja; sila otpora sredine.</p>	<p>Matematika: (vektor, direktna proporcionalnost).</p> <p>Biologija: (hod čovjeka; kretanje životinja u vodi).</p> <p>Fizičko vaspitanje: (kretanje sportiste; kretanje lopte).</p>

Didaktičke preporuke

U toku nekoliko prvih časova učenike/ce treba upoznati sa načinom rada i ponoviti pojedine osnovne sadržaje fizike rješavanjem zanimljivih zadataka oblika:

- **primjer 1.1.1.** Kako se može odrediti prečnik fudbalske lopte korišćenjem čvrstog lenjira?
- **primjer 1.1.2.** Kako odrediti prečnik klikera korišćenjem menzure?
- **primjer 1.1.3.** Unuk i đed treba da pređu preko kanala: jedan sa desne strane na lijevu, a drugi u suprotnom smjeru. Sa obje strane kanala postoji po jedna daska, ali je njihova dužina kraća od širine kanala. Na koji način đed i unuk mogu da pređu sa jedne strane kanala na drugu?
- **primjer 1.1.4.** Potrebno je da se odredi početna brzina kuglice koja izleti iz dječijeg pištolja-igračke. Kako se to može uraditi pomoću štoperice?

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

Prilikom izvođenja laboratorijske vježbe - *određivanje koeficijenta trenja mirovanja pomoću strme ravni* učenici/e računaju greške mjerenja i rezultate pravilno zapisuju. Za ovu vježbu je potrebno: strma ravan, libela, visak, mjerna traka i dvije pločice istih dimenzija a različitih materijala.

1.2. TEMA: RELATIVNA BRZINA**(Orijentaciono: 4 časa)**

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - je usvojio/la brzinu kao vektorsku veličinu, - razumije šta je <i>relativna brzina</i>, - određuje relativnu brzinu jednog tijela u odnosu na drugo kada se tijela kreću u istom pravcu, - određuje relativnu brzinu jednog tijela u odnosu na drugo kada se tijela kreću u neparalelnim pravcima, - samostalno rješava računске zadatke i prepoznaje primjere u kojima figuriše relativna brzina tijela. 	<p>Učenici/e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje i prave bilješke. - obrazlažu kako razumiju nove pojmove, - samostalno i uz pomoć nastavnika/ce daju odgovore na postavljene problemske zadake, kao npr: <p>primjer 1.2.1. Kako se određuje brzina kišnih kapi po tragovima koje one ostavljaju po prozoru voza koji se kreće koristeći štopericu i uglomjer?</p> <p>primjer 1.2.2. Od jednog do drugog sela na istoj obali rijeke, čamac stigne za 3 sata, a splav za 12 sati. Koliko vremena putuje čamac u suprotnom smjeru?</p> <p>primjer 1.2.3. Kada se brže krećemo oko Sunca – danju ili noću?</p> <ul style="list-style-type: none"> - koristeći literaturu, samostalno ili u grupi, pronalaze zanimljive primjere i prezentuju ih ostalim učenicima/ama na način koji je dogovoren sa nastavnikom/com. 	Vektor brzine; vektor relativne brzine.	<p>Matematika: (sabiranje i oduzimanje vektora).</p> <p>Fizičko vaspitanje: (brzina sportiste i brzina lopte).</p>

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

1.3. TEMA: PRIMJENA NJUTNOVIH ZAKONA KRETANJA**(Orijentaciono: 11 časova)**

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - primjenjuje Njutnove zakone kretanja pri rješavanju računskih zadataka različitih složenosti, - primjenjuje Njutnove zakone za kosi hitac. 	<p>Učenici/e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje i prave bilješke, - obrazlažu kako razumiju nove pojmove, - samostalno i uz pomoć nastavnika/ce daju odgovore na postavljene problemske zadake, kao na primjer: <p>primjer 1.3.1. Pločica klizi niz strmu ravan nagiba 30° stalnom brzinom. Ako se pločica gurne uz tu strmu ravan i kreće početnom brzinom v - koliki će put preći do zaustavljanja?</p> <p>primjer 1.3.2. Ribolovac je kupio u prodavnici nit za štap za pecanje i želi da odredi kolika je maksimalna sila zatezanja koju nit može da izdrži. Na raspolaganju mu je teg od 1 kg i uglomjer. Odredite način na koji ribolovac može da odredi maksimalnu silu zatezanja.</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje nastavnika/ce i prave bilješke o kosom hicu kao složenom kretanju duž dva međusobno normalna pravca, - izvode izraze za domet tijela i određuju koordinate tjemena parabole duž koje se kreće. 	<p>Primjena Njutnovih zakona kretanja; kosi hitac.</p>	<p>Matematika: (projekcija vektora na pravac; vektorska jednakost).</p> <p>Fizičko vaspitanje: (kretanje sportiste, kretanje lopte).</p> <p>Biologija: (oblici kretanja životinja).</p>

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

1.4. TEMA: INERCIJALNE SILE**(Orijentaciono: 7 časova)**

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna šta je <i>inercijalni</i> a šta <i>neinercijalni sistem referencije</i>, - obrazlaže sadržaj Galilejevog principa relativnosti, - razumije pojam <i>inercijalna sila</i>, - primjenjuje II Njutnov zakon u zadacima iz neinercijalnog sistema referencije. 	<p>Učenici/e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje i prave bilješke, - obrazlažu kako razumiju nove pojmove, - samostalno i uz pomoć nastavnika/ce pokušavaju da zadatke iz dinamike, gdje je to moguće, riješe na dva načina - jednom iz inercijalnog, a drugi put iz neinercijalnog sistema referencije, - samostalno i uz pomoć nastavnika/ce daju odgovore na postavljene problemske zadake kao npr.: <p>primjer 1.4.1. Koliko bi trebalo da traje dan na Zemlji, da bi tijela na njenom Ekvatoru bila u bestežinskom stanju? Poluprečnik Zemlje na Ekvatoru je 6370 km.</p>	<p>Inercijalni i neinercijalni sistem referencije; Galilejev princip relativnosti; inercijalna sila; II Njutnov zakon u neinercijalnom sistemu referencije.</p>	<p>Biologija: (uticaj inercijalnih sila na živi organizam; pravac rasta biljaka).</p> <p>Matematika: (vektorska jednakost).</p>

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

1.5. TEMA: ZAKON ODRŽANJA IMPULSA I ZAKON ODRŽANJA MOMENTA IMPULSA (Orijentaciono: 8 časova)

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije pojam <i>izolovani sistem</i>, - formuliše opšti oblik zakona održanja, - zna zakon održanja impulsa, - primjenjuje zakon održanja impulsa kod analize reaktivnog kretanja, - primjenjuje zakon održanja impulsa u rješavanju zadataka različitih složenosti, - razumije pojam <i>centar masa</i>, - zna da odredi položaj centra masa, - razumije kretanje centra masa, - razumije pojmove <i>brzina</i> i <i>ubrzanje centra masa</i>, - rješava računске zadatke i pronalazi primjere u kojima figuriše centar masa, - zna zakon održanja momenta impulsa, - primjenjuje zakon održanja momenta impulsa pri opisivanju kretanja nebeskih tijela. 	<p>Učenici/e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje i bilježe osnovne pojmove, - koristeći literaturu pronalaze zanimljive zadatke i samostalno ili uz pomoć nastavnika/ce ih rješavaju, - pripremaju analizu kretanja rakete kao primjer reaktivnog kretanja i prezentuju je na način koji je dogovoren sa nastavnikom/com, - odrađuju uz pomoć nastavnika/ce laboratorijsku vježbu u kojoj se pomoću dvojica kolica, opruge, kompleta tegova, terazija i mjerne trake potvrđuje zakon održanja impulsa, - samostalno ili uz pomoć nastavnika/ce daju odgovore na postavljene problemske zadatke, kao na primjer: <p>primjer 1.5.1. Čamac stoji u mirnoj vodi. Čovjek, koji se nalazi na čamcu, pređe sa krme na pramac čamca. Za koliko se tada pomjeri čamac? Masa čovjeka je $m_1 = 60$ kg, masa čamca $m_2 = 120$ kg, a dužina čamca $d = 3$ m. Otpor vode se može zanemariti.</p>	<p>Fizički sistem; unutrašnje sile; spoljašnje sile; izolovan sistem; impuls; reaktivno kretanje; centar masa ili centar inercije; moment impulsa.</p>	<p>Fizičko vaspitanje: (atletika).</p> <p>Matematika: (normalna projekcija vektora na osu).</p>

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
	<p>primjer 1.5.2. Rastojanje između tačkastih tijela masa 20g i 40g je 6cm. Gdje se nalazi centar masa ovog sistema?</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganja, vode bilješke o centru masa, - samostalno ili uz pomoć nastavnika/ce daju odgovore na postavljene problemske zadake, kao na primjer: <p>primjer 1.5.3. (a) Ocijeniti vrijednost momenta impulsa L točka sportskog bicikla, koji se kreće brzinom 30 km/h. Točak je približno cilindričnog oblika mase $m = 0,5$ kg, debljine $h = 5$ cm, unutrašnjeg i spoljašnjeg poluprečnika redom $R_1 = 45$ cm i $R_2 = 50$ cm. Poznat je moment inercije diska $I = mR^2/2$.</p> <p>(b) Kolikim momentom sile M treba djelovati da bi se ugaona brzina povećala za $\Delta\omega = 1$ rad/s u toku vremenskog intervala $\Delta t = 1$ s?</p> <ul style="list-style-type: none"> - primjenom zakona održanja momenta impulsa, samostalno ili uz pomoć nastavnika/ce, dobijaju II Keplerov zakon. 		

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

Problemska fizika: II razred**2.1. TEMA: MEHANIČKA ENERGIJA I RAD****(Orijentaciono: 12 časova)**

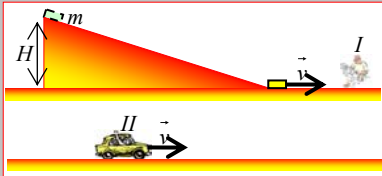
Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije pojam <i>mehanički rad</i>, - zna da izračuna rad konstantne sile, - zna da izračuna rad pri djelovanju više konstantnih sila na tijelo, - izračunava rad pri djelovanju promjenljive sile, - rješava računске zadatke i prepoznaje primjere u kojima figurišu: rad, kinetička energija i snaga (kod translatornog i rotacionog kretanja), - zna pojam <i>potencijalna energija</i>, - razumije pojam <i>konzervativna sila</i> i vezu konzervativne sile i potencijalne energije, - rješava računске zadatke i prepoznaje primjere u kojima figurišu: potencijalna energija, rad i potencijal gravitacionog polja, - zna da izračuna potencijalnu energiju elastične opruge. 	<p>Učenici/e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje i bilježe osnovne pojmove o radu kao skalarnom proizvodu vektora sile i vektora pomjeraja, - slušaju izlaganje o kinetičkoj energiji i vezi između rada i kinetičke energije, - na zadatom problemu, tj. zadatku izračunavaju rad koristeći trigonometrijske funkcije ugla u pravouglom trouglu, - slušaju izlaganje o konzervativnim silama, potencijalnoj energiji, radu i potencijalu gravitacionog polja, - samostalno ili u grupi pronalaze primjere i računaju potencijalnu energiju za različite referentne nivoe – kao na primjer: <p>primjer 2.1.1. Potencijalna energija gravitacione interakcije tijela mase m i Zemlje određena je formulom:</p> $E_p = -\gamma \frac{mM}{R+h} . \quad (1)$ <p>To je formula koja važi za opšti slučaj, odnosno za bilo koji položaj tijela. Dakle, važi i za tijelo na maloj visini h. Za takav slučaj koristi se i drugačija formula:</p> $E_p = mgh . \quad (2)$ <p>Potencijalna energija tijela u jednom istom položaju određena je sa dvije formule - čak je po jednoj formuli energija negativna, a po drugoj pozitivna! Kako je to moguće?</p> <ul style="list-style-type: none"> - analiziraju i računaju potencijalnu energiju elastične opruge u problemskim zadacima. 	<p>Rad; kinetička energija; snaga; potencijalna energija; potencijalna energija u gravitacionom polju; potencijal gravitacionog polja; potencijalna energija elastične opruge.</p>	<p>Matematika: (skalarni proizvod).</p>

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

2.2. TEMA: PRIMJERI ZAKONA ODRŽANJA ENERGIJE I ZAKONA ODRŽANJA IMPULSA (Orijentaciono: 12 časova)

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna zakon održanja energije, - zna zakon održanja impulsa, - razumije pojam <i>sudar</i>, - razumije pojam <i>apsolutno elastični sudar</i>, - razumije pojam <i>apsolutno neelastični sudar</i>, - rješava računske zadatke i prepoznaje primjere u kojima figurišu zakon održanja impulsa i zakon održanja energije, - određuje pritisak mlaza čestica na prepreku, - zna da izračuna kosmičke brzine, - analizira kretanje tijela po „mrtvoj petlji“, - razumije pojam <i>potencijalna kriva</i>. 	<p>Učenici/e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - samostalno pronalaze primjere zakona održanja mehaničke energije i zakona održanja impulsa, - slušaju predavanje i bilježe osnove elementarne teorije sudara, - pronalaze primjere apsolutno neelastičnih sudara i samostalno ih analiziraju, - pripremaju i izvode laboratorijske vježbe: <i>provjera zakona održanja mehaničke energije; balističko klatno,</i> - slušaju predavanje i bilježe kako se računa pritisak mlaza čestica na prepreku, - samostalno ili u grupi pripremaju referate i tumače pojmove: kosmičke brzine, „mrtva petlja“ i potencijalna kriva, - samostalno ili u grupi pronalaze probleme u kojima se primjenjuje zakon održanja – kao na primjeru 2.2.1. koji slijedi. 	<p>Sudar; apsolutno elastičan sudar; apsolutno neelastičan sudar; pritisak mlaza čestica na prepreku; kosmičke brzine; potencijalna kriva.</p>	<p>Matematika: (normalna projekcija vektora na pravac).</p>

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
	<p>primjer 2.2.1. Tijelo mase m klizi niz glatku strmu ravan visine H. Za posmatrača I, koji miruje, potencijalna energija tijela mgH prelazi u njegovu kinetičku energiju $mv^2/2$, tako da u podnožju strme ravni tijelo ima brzinu \vec{v}. Posmatrač II se kreće stalnom brzinom \vec{v}. Za njega, u početku kamen ima potencijalnu energiju mgH i kinetičku energiju $mv^2/2$, a na kraju ni jednu ni drugu.</p>  <p>Gdje je "nestala" njegova energija? Zanemaruje se obrtanje Zemlje oko svoje ose i oko Sunca.</p>		

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

Prilikom izvođenja laboratorijske vježbe - *provjera zakona održanja energije*, učenici/e računaju greške mjerenja i rezultate pravilno zapisuju. Opis vježbe dat je u dodatku 2.

Za izvođenje laboratorijske vježbe - *balističko klatno*, potrebno je: model balističkog klatna, top sa oprugom, projektil, terazije i lenjir. U toku rada učenici/e računaju greške mjerenja i pravilno zapisuju rezultate.

2.3. TEMA: BERNULIJEVA JEDNAČINA**(Orientaciono: 4 časa)**

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
Učenik/ca treba da: <ul style="list-style-type: none"> - zna pojam <i>idealni fluid</i>, - primjenjuje jednačinu kontinuiteta, - razumije Bernulijevu jednačinu, - objašnjava primjene Bernulijeve jednačine: Toričelijeve teorema, Venturijeva cijev i Pitoova cijev, - rješava računске zadatke i prepoznaje primjere u kojima figuriše Bernulijeva jednačina. 	Učenici/e: <ul style="list-style-type: none"> - primjenjuju jednačinu kontinuiteta u jednostavnijim primjerima, - slušaju izlaganje na temu <i>Bernulijeva jednačina</i> i bilježe osnovne pojmove, - u toku rješavanja problemskih zadataka koriste Bernulijevu jednačinu, - samostalno ili u grupi, u vidu projekata, pripremaju i prezentuju <i>Primjena Bernulijeve jednačine u avijaciji</i>. 	Protok fluida; statički, hidrostatički i hidrodinamički pritisak; koeficijent kontrakcije mlaza.	Geografija: (brzina toka rijeke).

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

2.4. TEMA: ELEKTROSTATIKA**(Orientaciono: 7 časova)**

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
Učenik/ca treba da: <ul style="list-style-type: none"> - zna pojam <i>električno polje</i>, - zna da definiše - jačinu, rad, potencijalnu energiju i potencijal električnog polja tačkastog naelektrisanja, - usvaja pojmove: <i>linije sile</i> i <i>fluks polja</i>, - zna pojam <i>ekvipotencijalna površina</i>, - razumije vezu između potencijala i jačine polja, - definiše kapacitet provodnika i pločastog kondenzatora, - određuje energiju elektrostatičkog polja, - objašnjava ponašanje provodnika u električnom polju, - je usvojio/la pojam <i>električni dipol</i>, - analizira električno polje u dielektriku, - definiše dielektričnu propustljivost, - definiše vektor polarizacije, - određuje energiju polja u dielektriku. 	Učenici/e: <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje i bilježe osnovne pojmove, - reprodukuju i primjenjuju nove pojmove, - samostalno rade problemske zadatke u kojima su obrađeni - jačina polja, rad, potencijalna energija i potencijal elektrostatičkog polja, - slušaju izlaganje nastavnika/ce i usvajaju pojam <i>fluks električnog polja</i> i sadržaje Gausove teoreme, - slušaju izlaganje i bilježe osnovne pojmove o električnom dipolu, - rješavaju problemske zadatke u kojima je opisano ponašanje električnog dipola u električnom polju, - na raznim problemskim zadacima usvajaju pojmove: površinska, zapremnska i linijska gustina naelektrisanja. 	Električno polje; jačina polja; potencijal polja; dielektrik; fluks; kapacitet; energija polja; električni dipol.	Matematika: (sabiranje vektora, skalarni proizvod, gradijent). Biologija: (rad srca i snimanje EKG).

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

Problemska fizika: III razred**3.1. TEMA: MAGNETNO POLJE****(Orijentaciono: 20 časova)**

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije postojanje magnetnog polja, - analizira kretanje naelektrisane čestice u homogenom magnetnom polju, - analizira kretanje strujne konture u homogenom magnetnom polju, - rješava računске zadatke i pronalazi primjere u kojima figuriše kretanje naelektrisane čestice i kretanje strujne konture u homogenom magnetnom polju, - razumije princip rada betatrona, - razumije određivanje magnetnog momenta strujne konture i magnetnog momenta atoma, - razumije pojmove <i>dijamagnetik</i>, <i>paramagnetik</i> i <i>feromagnetik</i>, - objašnjava histerezisnu krivu, - razumije šta je elektromagnet, - analizira princip rada ampermetra i voltmetra, - razumije pojam <i>energija magnetnog polja</i>, - tumači pojam <i>elektromagnetno polje</i>. 	<p>Učenici/e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje i bilježe osnovne pojmove, - koriste nove pojmove i reprodukuju njihove definicije, - samostalno rade problemske zadatke u kojima su obrađene pojave kretanja naelektrisane čestice i strujne konture u magnetnom polju, - samostalno pripremaju referate o principu rada betatrona, - samostalno pripremaju izlaganje na temu: <i>Princip rada ampermetra i voltmetra</i>, - izrađuju jednostavan elektromotor. 	<p>Magnetna indukcija; jačina magnetnog polja; Lorencova sila; Amperova sila; magnetni moment strujne konture; magnetni moment atoma; domeni.</p>	<p>Matematika: (vektorski proizvod).</p> <p>Geografija: (Sjeverni i Južni pol).</p>

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

3.2. TEMA: ELEKTROMAGNETNI TALASI**(Orijentaciono: 20 časova)**

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije pojam <i>LC-oscilatorno kolo</i>, - analizira nastanak elektromagnetnih oscilacija, - zna da odredi energiju i frekvenciju LC-oscilatornog kola, - zna kako nastaje elektromagnetni talas, - razumije osobine ravnog sinusoidalnog elektromagnetnog talasa, - objašnjava pritisak elektromagnetnog talasa na podlogu, - rješava računске zadatke i pronalazi primjere u kojima figurišu LC-oscilatorno kolo i elektromagnetni talasi, - analizira skalu elektromagnetnih talasa, - razumije i analizira princip rada osnovnih elemenata radio-tehnike (radio-veza, radio, televizija). 	<p>Učenici/e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje i bilježe osnovne pojmove koje povezuju sa iskustvom i prethodnim znanjem, - obrazlažu kako razumiju osnovne termine i navode primjere koje diskutuju i utvrđuju zaključke, - samostalno i uz pomoć nastavnika/ce analiziraju i rade računске zadatke vezane za LC-oscilatorno kolo i elektromagnetne talase, - koristeći raspoloživu literaturu i Internet, pripremaju i prezentuju samostalno ili grupno urađene radove o principu rada radija i televizije. 	<p>LC-oscilatorno kolo; period oscilovanja LC-oscilatornog kola; elektromagnetni talas; talasna zona; intenzitet elektromagnetnog talasa; pritisak elektromagnetnog talasa; radio; televizija.</p>	<p>Matematika: (trigonometrijske funkcije).</p>

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

3.3. TEMA: TALASNA OPTIKA**(Orijentaciono: 30 časova)**

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi/sadržaji	Korelacije
<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije nastanak svjetlosti, - razumije pojmove <i>talasni paket</i> i <i>talasni vektor</i>, - definiše pojmove <i>monohromatičnost</i> i <i>koherentnost svjetlosti</i>, - razumije pojavu interferencije svjetlosti, - analizira princip rada Majkelsonovog interferometra, - razumije pojavu difrakcije svjetlosti, - analizira difrakciju na jednom otvoru i na difrakcionoj rešetki, - razumije pojavu difrakcije X-zraka, - objašnjava metod holografije, - razumije pojavu polarizacije svjetlosti, - primjenjuje Malusov i Brusterov zakon, - analizira dvojno prelamanje i obrtanje ravni polarizacije, - rješava računске zadatke i pronalazi primjere u kojima figurišu: odbijanje i prelamanje svjetlosti, interferencija, difrakcija i polarizacija svjetlosti. 	<p>Učenici/e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - slušaju izlaganje i bilježe osnovne pojmove, - obrazlažu kako razumiju nove pojmove, - samostalno i uz pomoć nastavnika/ce analiziraju i rade računске zadatke iz interferencije i difrakcije, - samostalno i uz pomoć nastavnika/ce analiziraju i rade laboratorijske vježbe - <i>određivanje talasne dužine pomoću optičke rešetke Frenelovom difrakcijom; određivanje koncentracije rastvora šećera polarimetrom; analiza polarizovanosti stimulisane svjetlosti He-Ne lasera; difrakcija laserske svjetlosti na paralelnim prorezima</i>, - samostalno ili u grupi pripremaju i prezentuju projekte, kao na primjer - dobijanje trodimenzionalne slike (holografija); fizika kompaktnog diska (CD). 	<p>Talasni paket; talasni vektor; monohromatičnost; koherentnost; konstruktivna interferencija; destruktivna interferencija; ugaona širina glavnog maksimuma; moć razlaganja difrakcione rešetke; polarizator i analizator; optička anizotropija.</p>	<p>Matematika: (sabiranje trigonometrijskih funkcija).</p> <p>Hemija: (koncentracija rastvora šećera).</p>

Didaktičke preporuke

U okviru ove teme učenici/e uz pomoć nastavnika/ce rješavaju odabrane zadatke sa takmičenja na različitim nivoima.

Prilikom izvođenja laboratorijske vježbe - *određivanje talasne dužine pomoću optičke rešetke Frenelovom difrakcijom*, učenici/e računaju greške mjerenja i rezultate pravilno zapisuju. Za ovu vježbu je potrebna kompletirana aparatura.

Prilikom izvođenja laboratorijske vježbe - *određivanje koncentracije rastvora šećera polarimetrom*, učenici/e računaju greške mjerenja i rezultate pravilno zapisuju. Za ovu vježbu je potrebna kompletirana aparatura.

Prilikom izvođenja laboratorijske vježbe - *analiza polarizovanosti stimulisane svjetlosti He-Ne lasera*, učenici/e računaju greške mjerenja i rezultate pravilno zapisuju. Za ovu vježbu je potrebna kompletirana aparatura.

Prilikom izvođenja laboratorijske vježbe - *difrakcija laserske svjetlosti na paralelnim prorezima*, učenici/e računaju greške mjerenja i rezultate pravilno zapisuju. Za ovu vježbu je potrebna kompletirana aparatura.

5. DIDAKTIČKE PREPORUKE

Teorijski i eksperimentalni karakter fizike-nauke, kao i priroda njenih sadržaja čini fiziku-školski predmet ubjedljivo najpogodnijom nastavnom oblašću za primjenu učenja putem rješavanja problema. Učenje/nastava izbornog predmeta *problemska fizika* pruža učenicima/ama mogućnosti za samostalni rad, stvara uslove za razvijanje takvih osobina kao što su ljubopitljivost i radoznalost, koje postepeno mogu da prerastu u stabilnu crtu ličnosti – sazajno interesovanje.



Pozitivna obilježja učenja/nastave *problemske fizike* daju najbolje efekte onda kada organizacija i izvođenje učenja/nastave ovog izbornog predmeta zadovoljavaju određene uslove. Naime, neophodno je da se za dati operativni cilj i postojeće radne uslove pravilno odabere stepen angažovanja učenika/ca u rješavanju problema. Drugim riječima, potrebno je da nastavnik/ca pravilno odabere jedan od nivoa:

- I nivo – problemsko izlaganje;
- II nivo – problemski dijalog;
- III nivo – samostalno rješavanje problema;
- IV nivo – samostalno postavljanje i rješavanje problema.



Učenje/nastava *problemske fizike* i od nastavnika/ce i od učenika/ce zahtijeva umijeće i intelektualni napor. Nije opravdano insistirati da učenici/e rješavaju probleme ukoliko oni za to nijesu pripremljeni na odgovarajući način. Takva nesmotrenost nastavnika/ce stvorila bi kod učenika/ca utisak da su problemi neprobojna prepeka, da ih učenje/nastava *problemske fizike* zamara i da ništa ne shvataju.



Didaktičke kategorije i aparat *problemske fizike* i karakteristika ovog izbornog predmeta su problem i problemska situacija. Principi učenja/nastave *problemske fizike* definišu uslove koje treba da ispunjavaju problemska situacija i problem da bi mogli da služe ciljevima obrazovanja. Smatramo da učenje/nastava *problemske fizike* može biti uspješna ako su ostvareni principi:

- princip atraktivnosti problemske situacije i problema;
- princip primjerenosti problema;
- princip motivisanosti učenika/ce.

Princip atraktivnosti problemske nastave. Problemska situacija je nešto što svojom neobičnošću, neočekivanom protivrječnošću ili nekim drugim efektom treba u nastavi da zaokupi pažnju učenika/ce i kao kakva pokretačka snaga pobudi interesovanje za sticanje znanja kroz rješavanje problema. Razumljivo je da želju za traženjem odgovora i razrješenjem uočenog nesklada ne može pokrenuti bilo kakva problemska situacija. Pojava, činjenica, objekat ili nešto drugo, na čemu se temelji problemska situacija, mora se umješno odabrati. Samo ona problemska situacija koja je u izvjesnom smislu za učenika/cu atraktivna i privlačna, može kod njega/nje izazvati stanje napetosti misli i potrebu za saznanjem kroz rješavanje problema. Zahtjev da se pri izboru ili stvaranju problemske situacije nastoji da one budu učenicima/ama interesantne i dopadljive, predstavlja princip atraktivnosti problema i problemske situacije.

Princip primjerenosti problema. Problemska situacija i problem treba za učenike/ce da predstavlja izvjesnu teškoću koja se ne može riješiti bez misaonog napora, analiziranja, povezivanja i ispravnog zaključivanja. Takva teškoća treba kod učenika/ce da ostavlja utisak postojanja potencijalne mogućnosti da će doći do rješenja. Problem koji se koristi pri učenju nastavnih sadržaja, provjere i utvrđivanja znanja treba da bude primjeren uzrastu učenika/ca, odnosno njihovim psihofizičkim sposobnostima, predznanjima i iskustvu.

Zahtjev da se pri planiranju nastave/učenja *problemske fizike* vodi računa o tome da za učenike/ce problemska situacija i odgovarajući problem ne budu suviše teški, ni suviše jednostavni predstavlja princip primjerenosti problema.

Princip motivisanosti učenika/ce. Problem u nastavi/učenju *problemske fizike* treba da "uvuče" učenika/cu u proces rješavanja. Iz psihologije je poznato da učenik/ca prihvata zadatak samo onda kada je cilj koji će se postići rješavanjem problema i za njega subjektivno važan i značajan.

U problemskoj situaciji i problemu učenici/e treba da vide i neke svoje interese, što je jednim dijelom obezbijeđeno time što su učenici/e sami izabrali *problemsku fiziku* kao izborni predmet.

Zahtjev da problemi, njihova formulacija i način rješavanja budu u skladu sa željama učenika/ca, sposobnostima, interesovanjima i sklonostima označava se kao princip motivisanosti učenika/ca.



Raspodjela časova po pojedinim dijelovima sadržaja i temama zavisi od interesovanja učenika/ca i oblika projektnog rada.

Prilikom podjele časova potrebno je voditi računa da pojedini dio ne bude zastupljen sa previše časova, odnosno – da se neki dio ne zanemari previše. Orijentacioni predlog za raspodjelu časova po temama je predstavljen u tabelama koje slijede.

1. razred

1.1. Trenje	5 časova
1.2. Relativna brzina	4 časa
1.3. Primjena Njutnovih zakona kretanja	11 časova
1.4. Inercijalne sile	7 časova
1.5. Zakon održanja impulsa i zakon održanja momenta impulsa	8 časova

2. razred

2.1. Mehanička energija i rad	12 časova
2.2. Primjeri zakona održanja energije i zakona održanja impulsa	12 časova
2.3. Bernulijeva jednačina	4 časa
2.4. Elektrostatika	7 časova

3. razred

3.1. Magnetno polje	20 časova
3.2. Elektromagnetni talasi	20 časova
3.3. Talasna optika	30 časova



Nastavniku/ci i učeniku/ci za realizaciju i pripremu za usmeno ispitivanje preporučujemo:

- priprema učenika/ce za usmeni odgovor predstavlja sveobuhvatnu etapu u procesu učenja, u kojem on/a treba da osmisli sadržaj odgovora u cjelini, da izdvoji u njemu glavni dio, osnovu, da shvati vezu između različitih dijelova, da uredi i uopšti svoja znanja;
- učenik/ca treba da bude pripremljen/a da bi u usmenom odgovoru bio/la u stanju da daje logički osnovane i iscrpne odgovore na postavljena pitanja. U tom cilju se preporučuje da se koriste uopšteni planovi, kojim se izražavaju zahtjevi za izučavanje osnovnih elemenata znanja iz oblasti problemske fizike. Ti planovi se nazivaju uopštenim, zato što se mogu koristiti ne samo prilikom izučavanja fizike, već i drugih nastavnih predmeta iz oblasti prirodnih nauka.

Uopšteni planovi za izučavanje strukturnih elemenata pojedinih oblika znanja i vještina (pojava, veličina, zakona, teorija...) dati su u tabeli koja slijedi.

Strukturni elementi	Zahtjev
FIZIČKA POJAVA	1. <i>Spoljašnji nagovještaji (indikacije) pojave, tj. osobine pojave, po kojima se ona može primijetiti/prepoznati</i>
	2. Uslovi pri kojima se odvija pojava
	3. <i>Fizička suština pojave (objašnjenje pojave na osnovu teorije)</i>
	4. Veza date pojave sa drugom
	5. Veličine koje opisuju pojavu
	6. <i>Primjeri korišćenja pojave u praksi</i>
	7. <i>Načini da se eliminišu štetna djelovanja pojave na čovjeka, tehničke aparate i okolinu</i>
FIZIČKI EKSPERIMENT	1. <i>Cilj eksperimenta</i>
	2. <i>Shema eksperimenta</i>
	3. Uslovi pod kojima se izvodi eksperiment
	4. Tok eksperimenta
	5. <i>Rezultati eksperimenta (njegova interpretacija)</i>
FIZIČKA VELIČINA	1. <i>Naziv veličine i njena oznaka</i>
	2. Kakve osobine (karakteristike) tijela ili pojave određuje data veličina
	3. Vrsta veličine (skalarna ili vektorska)
	4. <i>Formula kojom se povezuje sa drugim veličinama (definiciona formula)</i>
	5. Definicija veličine
	6. <i>Jedinica veličine u SI (naziv jedinice i njena definicija)</i>
	7. Način mjerenja veličine
FIZIČKI ZAKON	1. Koje pojave ili veličine povezuje fizički zakon
	2. Usmena formulacija zakona
	3. <i>Matematičko izražavanje zakona</i>
	4. Način na koji je bio otkriven fizički zakon: na osnovu analize eksperimentalnih rezultata ili kao posljedica teorijskih izračunavanja
	5. <i>Eksperimentalne činjenice na osnovu kojih je bio formulisani fizički zakon</i>
	6. Ogledi koji potvrđuju ispravnost zakona koji je formulisani kao posljedica teorijskih izračunavanja
	7. <i>Primjeri primjene zakona u praksi</i>
	8. Granice primjenljivosti zakona

Strukturni elementi	Zahtjev
FIZIČKA TEORIJA	1. Eksperimentalne osnove teorije
	2. <i>Osnovni pojmovi, pretpostavke, zakoni i principi u teoriji</i>
	3. <i>Osnovne posljedice teorije</i>
	4. Praktične primjene teorije
	5. Granice primjene teorije
APARATURA	1. <i>Naziv aparature</i>
	2. Shema aparature
	3. <i>Princip rada aparature</i>
	4. <i>Pravila korišćenja i primjene aparature</i>
FIZIČKO MJERENJE	1. <i>Određivanje najmanjeg podioka i mjernog opsega pribora</i>
	2. <i>Određivanje apsolutne greške mjerenja</i>
	3. <i>Izbor neophodnog pribora i pravilno korišćenje</i>
	4. <i>Očitavanje i zapisivanje pokazivanja pribora sa uračunavanjem apsolutne greške mjerenja</i>
	5. <i>Određivanje relativne greške mjerenja</i>

* Zahtjevi, prikazani kurzivom, smatraju se obaveznim rezultatom nastave/učenja, tj. predstavljaju minimalne zahtjeve za odgovor učenika/ca!

6. STANDARDI ZNANJA

I razred	
Tema	
1.1. TRENJE	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna pojavu trenja, - razumije štetne i korisne posljedice trenja, - razumije pojavu sile trenja i njene karakteristike, - zna pojam <i>sila reakcije podloge</i>, - zna pojam <i>koeficijent trenja</i>, - razumije od čega zavisi sila otpora sredine.
1.2. RELATIVNA BRZINA	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna šta je relativna brzina, - odredi relativnu brzinu jednog tijela u odnosu na drugo kada se tijela kreću u istom pravcu, - odredi relativnu brzinu jednog tijela u odnosu na drugo kada se tijela kreću u neparalelnim pravcima, - prepoznaje primjere u kojima figuriše relativna brzina tijela.
1.3. PRIMJENA NJUTNOVIH ZAKONA KRETANJA	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije sadržaje Njutnovih zakona kretanja, - primjenjuje Njutnove zakone kretanja pri rješavanju računskih zadataka iz dinamike, - analizira kosi hitac kao složeno kretanje duž dva međusobno normalna pravca.
1.4. INERCIJALNE SILE	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna šta je <i>inercijalni</i> a šta <i>neinercijalni sistem referencije</i>, - zna sadržaj Galilejevog principa relativnosti, - razumije pojam <i>inercijalna sila</i>, - primjenjuje II Njutnov zakon u neinercijalnom sistemu referencije.
1.5. ZAKON ODRŽANJA IMPULSA I ZAKON ODRŽANJA MOMENTA IMPULSA	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije pojam <i>izolovani sistem</i>, - opisuje opšti oblik zakona održanja, - zna zakon održanja impulsa, - opisuje reaktivno kretanje, - primjenjuje zakon održanja impulsa u rješavanju jednostavnih zadataka, - razumije pojam <i>centar masa</i>, - odredi položaj centra masa, - razumije kretanje centra masa, - razumije pojmove <i>brzina</i> i <i>ubrzanje centra masa</i>, - prepoznaje primjere u kojima figuriše centar masa, - zna zakon održanja momenta impulsa.

II razred	
Tema	
2.1. MEHANIČKA ENERGIJA I RAD	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna pojam <i>rad</i>, - zna pojam <i>kinetička energija</i>, - zna pojam <i>potencijalna energija</i>, - zna pojam <i>snaga</i>, - određuje potencijalnu energiju u gravitacionom polju, - zna pojam <i>potencijal gravitacionog polja</i>, - određuje potencijalnu energiju elastične opruge.
2.2. PRIMJERI ZAKONA ODRŽANJA ENERGIJE I ZAKONA ODRŽANJA IMPULSA	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije zakon održanja energije, - razumije zakon održanja impulsa, - primjenjuje zakon održanja energije i zakon održanja impulsa u elementarnoj teoriji sudara, - opisuje izvođenje i rezultate laboratorijske vježbe.
2.3. BERNULIJEVA JEDNAČINA	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razlikuje: statički, hidrostatički i hidrodinamički pritisak, - primjenjuje Bernulijevu jednačinu, - definiše protok fluida, - koristi koeficijent kontrakcije mlaza.
2.4. ELEKTROSTATIKA	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna pojam <i>električno polje</i>, - zna definicije <i>jačine polja</i>, <i>potencijalne energije</i>, <i>potencijala</i> i <i>fluksa elektrostatičkog polja</i>, - razumije vezu između jačine polja i potencijala, - definiše kapacitet provodnika i kondenzatora, - je usvojio/la pojam <i>električni dipol</i>, - definiše dielektričnu propustljivost, - određuje energiju polja u dielektriku.

III razred	
Tema	
3.1. MAGNETNO POLJE	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna pojam <i>magnetno polje</i>, - zna pojam <i>jačina polja</i>, - zna pojam <i>Lorenцова sila</i>, - zna pojam <i>Amperova sila</i>, - rješava računске zadatke u kojima je obrađeno kretanje naelektrisane čestice ili strujne konture u magnetnom polju, - odredi magnetni moment strujne konture, - razumije magnetni moment atoma, - razumije pojam <i>domen</i>.
3.2. ELEKTROMAGNETNI TALASI	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije princip rada LC-oscilatornog kola, - nađe period oscilovanja LC-oscilatornog kola, - razumije nastanak elektromagnetnog zračenja, - zna uslov za nastajanje talasne zone, - zna pojmove <i>intenzitet</i> i <i>pritisak elektromagnetnog talasa</i>, - zna princip rada radija i televizije.
3.3. TALASNA OPTIKA	<p>Učenik/ca treba da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna pojmove <i>talasni paket</i> i <i>talasni vektor</i>, - zna pojmove <i>monohromatski talas</i> i <i>koherentni izvori</i>, - zna uslove za konstruktivnu i destruktivnu interferenciju, - razumije pojam <i>ugaona širina glavnog maksimuma</i>, - razumije moć razlaganja difrakcione rešetke, - zna šta je polarizacija, - opisuje izvođenje i rezultate laboratorijske vježbe.

7. NAČINI PROVJERAVANJA ZNANJA I OCJENJIVANJA

Ocjenom se opisuje znanje i spretnost učenika/ce, odnosno izražava se:

- učestvovanje u radu grupe;
- usmeno, pismeno i grafičko sporazumijevanje i rad po uputstvima;
- planiranje, sakupljanje informacija, rješavanje problema i vrednovanje rezultata rada;
- kvalitet rada i njegova jedinstvenost.

Sadržaji predmeta, koje učenik/ca treba da upozna i njima ovlada, izražavaju se kroz opažanja pojedinih znanja i spretnosti. Ocjene iz pojedinih tema, odnosno projekata nijesu zasebne, tako da ocjena iz predmeta uključuje ocjene iz pojedinih tema, odnosno projekata.

8. RESURSI ZA REALIZACIJU

8.1. Kabinet za fiziku (problemsku fiziku)

Pored predviđenih nastavnih sredstava, za kvalitetnu nastavu fizike (problemske fizike) poželjno je da škola ima odgovarajući radni prostor – kabinet za fiziku (problemsku fiziku).

Kabinet za fiziku (problemsku fiziku), kao školska cjelina, obuhvata nekoliko prostorija. Postoje dvije varijante (detaljnije prikazane u dodatku 1):

1. varijanta - kabinet od tri prostorije

- o učionica-laboratorija (površine 75-80 m²)
- o laboratorija (površine 45-50 m²) i
- o soba za pripremu (površine 25-30 m²)

(ovakav kabinet je neophodan za veće gimnazije);

2. varijanta - kabinet od dvije prostorije

- o učionica-laboratorija (površine 75-80 m²) i
- o soba za pripremu (površine 30-35 m²),

a može da zadovolji normalan rad u nastavi samo u manjim školama, odnosno u školama u kojima se sedmično izvodi manje od 40 časova fizike, problemske fizike i matematičkih funkcija u fizici.

Sve prostorije za fiziku treba da su opremljene audio-vizuelnim sredstvima, računarskom opremom i imaju neophodne instalacije za Internet, struju, vodu i grijanje.

8.1.1. Učionica-laboratorija

Učionica-laboratorija se koristi za:

- održavanje časova teorijske nastave;
- izvođenje frontalnih i grupnih laboratorijskih vježbi;
- obavljanje vannastavnih aktivnosti;
- smještaj dijela laboratorijske opreme.

Učionica-laboratorija je povezana sa sobom za pripremu i ima izlazna vrata u hodnik.

8.1.2. Soba za pripremu

Ova prostorija treba da se nalazi u neposrednoj blizini učionice-laboratorije odnosno, ako to mogućnosti dozvoljavaju, ove dvije prostorije su povezane vratima. Soba za pripremu se koristi za:

- smještaj demonstracionih sredstava;
- čuvanje didaktičkog materijala i priručne literature za nastavnike/ce i učenike/ce;
- obavljanje sitnih popravki;
- pripremu demonstracionih oglada i
- individualni eksperimentalni rad obdarenih učenika/ca izuzetno zainteresovanih za fiziku.

8.1.3. Laboratorija

Soba za pripremu treba da bude između učionice i laboratorije. Postojanje laboratorije, odnosno posebne prostorije za izvođenje laboratorijskih vježbi, znatno poboljšava uslove za savremeno izvođenje nastave.

Laboratorija je namijenjena isključivo za održavanje grupnih i individualnih laboratorijskih vježbi učenika/ca i skladištenje laboratorijske opreme. Laboratorija je povezana sa sobom za pripremu i ima izlazna vrata u hodnik.

8.2. Mjerni instrumenti

Naziv	KOM.
Strma ravan	5
Libela	5
Visak	5
Lenjir (mjerni opseg: 1 m)	5
Lenjir (mjerni opseg: 40 cm)	5
Dvije pločice istih dimenzija a od različitih materijala	5
Kolica	10
Opruge	5
Komplet tegova	5
Terazije	5
Željezna šipka savijena u obliku kuke	5
Kuglica (sa izbušenom rupom)	5
List indigo-papira	30
Balističko klatno (model)	5
Top sa oprugom i projektil	5
Ampermetar (demonstracioni)	1
Voltmetar (demonstracioni)	1
Komplet za vježbu - <i>određivanje talasne dužine pomoću optičke rešetke Frenelovom difrakcijom</i>	5
Komplet za vježbu - <i>određivanje koncentracije rastvora šećera polarimetrom;</i>	5
Komplet za vježbu - <i>analiza polarizovanosti stimulisane svjetlosti He-Ne lasera</i>	5
Komplet za vježbu - <i>difrakcija laserske svjetlosti na paralelnim prorezima</i>	5

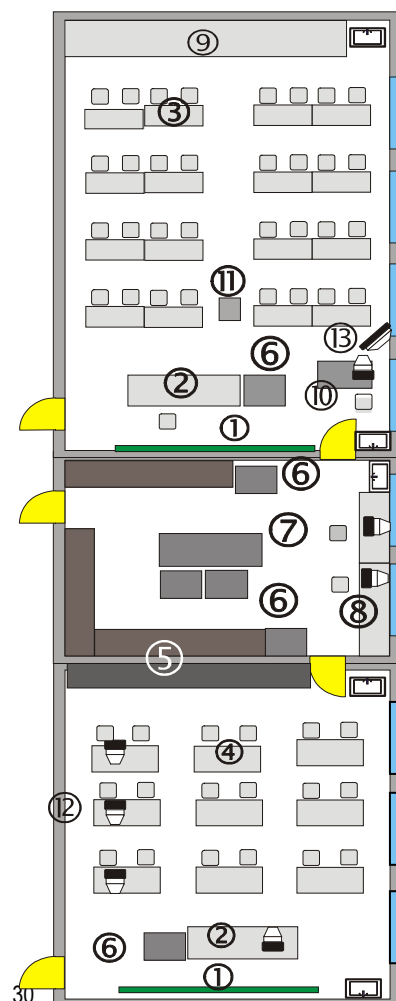
8.3. Literatura

1. Anfilov G.: **FIZIKA I MUZIKA**, Mlado pokoljenje, Beograd, 1966.
2. Arabadžić V. I.: **ZVUK U PRIRODI**, Klub NT, Beograd, 1999.
3. Backović S.: **FIZIČKA MEHANIKA**, Zavod za izdavanje udžbenika i nastavnih sredstava, Podgorica, 1999.
4. Čajkovski D., Čajkovski T., Vrcelj A.: **PRAKTIKUM IZ FIZIKE za 1. i 2. razred srednjeg usmjerenog obrazovanja**, Svjetlost, Sarajevo, 1989.

5. Čaluković N.: **FIZIKA 1, udžbenik za prvi razred gimnazije**, Krug, Beograd, 2004.
6. Čaluković N., Raspopović M.: **FIZIKA 1M, Zbirka rešenih zadataka za I razred Matematičke gimnazije i pripreme za takmičenja**, Krug, Beograd, 2001.
7. Đeniže S.: **PRIMENJENA OPTIKA**, Naučna knjiga, Beograd, 1979.
8. Fizika CD-a, (http://eskola.hfd.hr/fiz_sva_stva/cd/cd-a.html)
9. Giancoli D.C.: **PHYSICS PRINCIPLES WITH APPLICATIONS**, University of California, Berkeley - (<http://cw.prenhall.com/bookbind/pubbooks/giancoli/>)
10. Konspekti lekcija iz fizike - (<http://www.edu.delfa.net/CONSP/consp.html>)
11. Lajoš R., Backović S., Marinković N.: **TEHNIKA FIZIČKOG EKSPERIMENTA**, Naučna knjiga, Beograd, 1979.
12. Lechner H., Jablko L.: **ZUM ERKENNEN UND LÖSEN PHYSIKALISCHER PROBLEME**, Physik in der Schule, No 10, 1978.
13. Martinis M., Vujnović V., Paar V.: **VALOVI I ČESTICE**, priručnik za učenike, Školska knjiga, Zagreb, 1987.
14. Nikić B., Čaluković N.: **ZA RADOZNALOG ĐAKA FIZIKA JE LAKA (MEHANIKA KROZ PRIMERE)**, Krug, Beograd, 2005.
15. Petrović T.: **PROBLEMSKO-RAZVOJNA NASTAVA FIZIKE**, Institut za pedagoška istraživanja, Prosveta, Beograd, 1988.
16. **PHYSICS CLASSROOM** – online udžbenik - (<http://www.physicsclassroom.com/Default2.html>
<http://www.physicsclassroom.com/Class/1DKin/1DKinTOC.html>)
17. **PSSC-FIZIKA**, Savremena škola, Beograd, 1963.
18. SAVEZNI ZAVOD ZA PROUČAVANJE ŠKOLSKIH I PROSVETNIH PITANJA, KOMISIJA ZA PROUČAVANJE NASTAVE FIZIKE: **LABORATORIJSKI PRIRUČNIK ZA FIZIKU (I-IV SVESKA)**, Savremena škola, Beograd, 1963.
19. **ŠKOLSKA ENCIKLOPEDIJA – Matematika, fizika, astronomija, računarstvo**, Prosveta, Beograd, 1992.
20. Tečić A.: **PROBLEMSKI PRISTUP LABORATORIJSKIM VJEŽBAMA IZ FIZIKE**, Pedagoški rad, br.1-2, Zagreb, (1982).
21. Vogel H.: **PROBLEME AUS DER PHYSIK**, Berlin, Heidelberg, New York, 1955.
22. Voker Dž.: **LETEĆI CIRKUS FIZIKE (pitanja i odgovori)**, IRO »Vuk Karadžić«, Beograd, 1986.
23. Vukčević L., Burzan D.: **LABORATORIJSKE VJEŽBE IZ FIZIKE za III i IV razred usmjerenog srednjeg obrazovanja**, Republički zavod za unapređivanje školstva, Titograd, 1981.

9. PROFIL I STRUČNA SPREMA NASTAVNIKA/CA I STRUČNIH SARADNIKA/CA

Nastavnik/ca je osposobljen/a da predaje problemsku fiziku ako je završio/la studije fizike.

D O D A C I**Dodatak 1 – Kabinet za fiziku****1. varijanta****UČIONICA (75 do 80 m²)**

1. Bijela magnetna tabla i platno za projekcije.
2. Demonstracioni sto sa grafoskopom i instalacijama: 220 V, računarska mreža i Internet.
3. Standardne školske klupe.
4. Eksperimentalni stolovi za učenike/ce (dimenzije 1500x800 mm). Na svaki sto 4 utičnice za 220 V i priključak za računarsku mrežu.
5. Ormari za čuvanje učila.
6. Kolica.
7. Sto za pripremu eksperimenta sa 6 utičnica za 220 V.
8. Radni pult dubine 1000 mm za pripremu eksperimenata s računarom.
9. Ormari za čuvanje učila.
10. Demonstracioni računar na kolicima - TV kartica i kamera WebCam.
11. Dataskop – pričvršćen za plafon.
12. Računari za eksperimentalne vježbe učenika/ca - povezani u mrežu.
13. TV prijemnik.

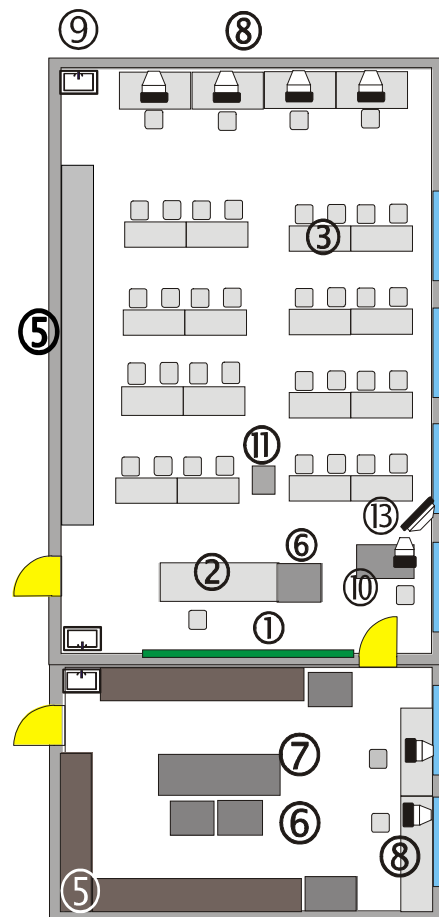
**SOBA ZA PRIPREMU EKSPERIMENATA
I ČUVANJE UČILA (25 do 30 m²)****LABORATORIJA ZA VJEŽBE UČENIKA/CA
(45 do 50 m²)**

NAPOMENA: U slučajevima kada se u školi održava manje od 40 časova fizike sedmično, onda učenici/e izvode vježbe u učionici, koja treba da bude pripremljena za izvođenje vježbi (vidi sljedeću stranu) i tada (2. varijanta) laboratorija nije neophodna.

2. varijanta

NAPOMENA: U slučajevima kada se u školi održava sedmično manje od 40 časova fizike, onda učenici/e izvode vježbe u učionici, koja treba da bude pripremljena za izvođenje vježbi:

- u učionici moraju biti 4 radna mjesta sa računarom, koji su povezani u mrežu i priključeni na Internet;
- svi stolovi moraju biti fiksirani za pod i da imaju na čeonj strani po 4 utičnice za 220 V.



UČIONICA-LABORATORIJA (75 do 80 m²)

1. Bijela magnetna tabla i platno za projekcije.
2. Demonstracioni sto s grafoskopom i instalacijama: 220 V, računarska mreža i Internet.
3. Standardne školske klupe, na čeonj strani moraju imati po 4 utičnice za 220 V.
- 4.
5. Ormari za čuvanje učila.
6. Kolica.
7. Sto za pripremu eksperimenta s 6 utičnica za 220 V.
8. Radni pult dubine 1 m. Na pultu su omarići za računare i polica sa tastaturom koja se može izvlačiti. Računari su povezani u mrežu.
9. Laboratorijski lavabo.
10. Demonstracioni računar na kolicima - TV kartica i kamera WebCam.
11. Dataskop – pričvršćen za plafon.
- 12.
13. TV prijemnik.

**SOBA ZA PRIPREMU
EKSPERIMENATA I ČUVANJE UČILA
(30 do 35 m²)**

Dodatak 2 – Jedna laboratorijska vježba**Provjera zakona održanja mehaničke energije***Pribor*

Željezna šipka savijena u obliku kuke; kuglica (sa izbušenom rupom); list papira; list indigo-papira; vaga; lenjir sa milimetarskom podjelom i vaga.

Dio teorijskog uvoda

Ako kao referentni nivo uzmemo ravnotežni položaj kuglice ($h = 0$), onda je energija kuglice u amplitudnom položaju $E_1 = mgh$.

Horizontalni hitac je složeno kretanje. Domet kuglice je $s = vt$, gdje je v

početna brzina, odnosno brzina kuglice u ravnotežnom položaju, a $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

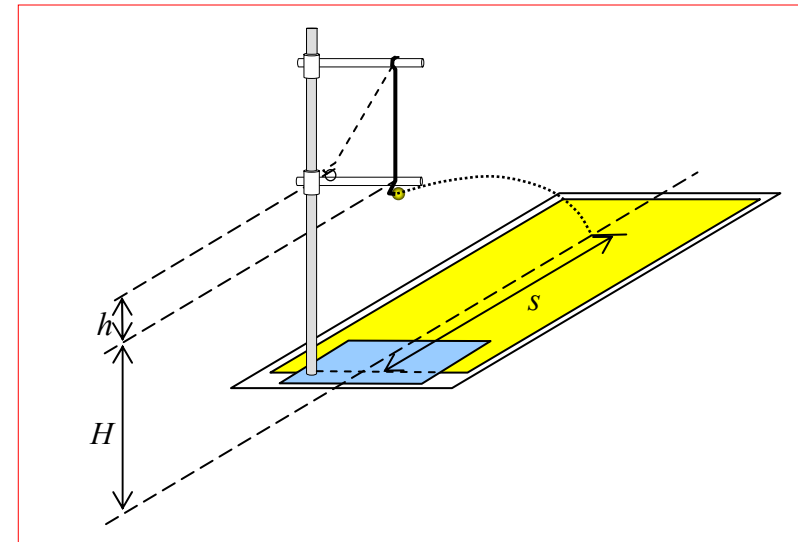
vrijeme za koje kuglica padne na podlogu. Mehanička energija kuglice u

ravnotežnom položaju je $E_2 = \frac{mv^2}{2}$, odnosno $E_2 = \frac{mgs^2}{4H}$.

Izvođenje vježbe

Učenik/ca na donji kraj kuke ovlaš natakne plastičnu ili gumenu kuglicu. Kada kuglicu sa kukom izvede iz ravnotežnog položaja a zatim pusti, u ravnotežnom položaju kuglica će pasti sa kuke i nastaviće da se kreće po putanji horizontalnog hica. Mjesto udarca kuglice o podlogu određuje se pomoću lista papira, preko kojeg je postavljen list indigo-papira, tako da kuglica udarcem ostavi trag.

Veličine h , H i s treba izmjeriti lenjirom, a masu kuglice m vagom. Za ubrzanje slobodnog pada uzeti da je $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Sve izmjerene i izračunate vrijednosti treba unijeti u tabelu oblika:



R. br. mjerenja	m , kg	h , m	H , m	s , m	E_1 , J	E_2 , J	$\frac{E_1 - E_2}{E_2} \cdot 100\%$
1.							
2.							
3.							

Učenik/ca treba da navede i objasni moguće razloge zašto se vrijednosti posljednje kolone razlikuju od nule.

DODATAK 3 – Moguća rješenja primjera navedenih u programu**1.1. tema - Trenje**

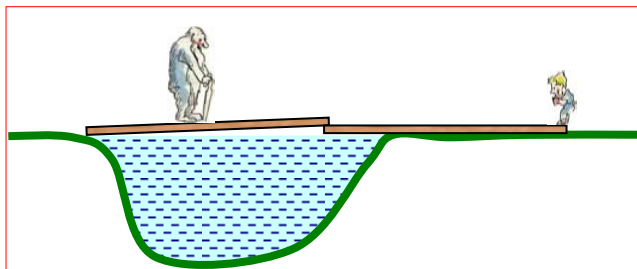
1.1.1. Dovoljno je napraviti jedan obrtaj lopte po lenjiru i izmjeriti njen obim ℓ . Prečnik d se onda računa po formuli

$$d = \frac{\ell}{\pi}.$$

1.1.2. Na uobičajeni način se korišćenjem menzure izmjeri zapremina V klikera. Prečnik se računa po formuli

$$d = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}.$$

1.1.3. Oni treba da postupe na način prikazan na slici. Prvo treba đed da pređe preko dasaka i stane na mjesto unuka, a zatim unuk da pređe preko „mosta“.



1.1.4. Usmjerimo igračku vertikalno naviše i izmjerimo vrijeme t_0 od trenutka ispaljivanja do trenutka kada se kuglica vrati na visinu sa koje je izbačena. U najvišoj tački putanje kuglice,

njena brzina je jednaka nuli, tj. $v_0 - gt = 0$, odakle je $t = v_0/g$. Odavde je $t_0 = 2t$, jer je kuglici potrebno isto vrijeme za kretanje naviše i naniže. Konačno, traženu brzinu računamo po formuli:

$$v_0 = \frac{gt_0}{2}.$$

1.1.5. Stavimo teg na dasku i podižemo je dok teg ne krene.

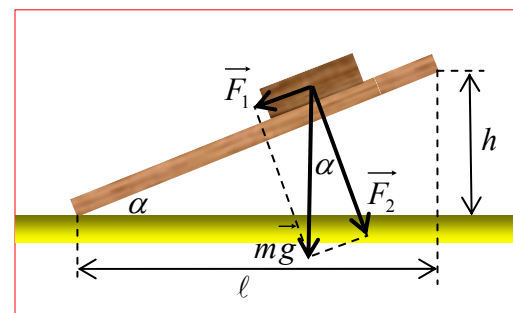
Sa slike vidimo da sila \vec{F}_1 ima pravac paralelan pravcu daske i intenzitet $F_1 = mg \sin \alpha$. Sila trenja između tega i daske je $F_{TR} = kmg \cos \alpha$.

Pri ravnomjernom kretanju tega je

$$mg \sin \alpha = kmg \cos \alpha$$

odakle za koeficijent trenja dobijamo da je

$$k = \tan \alpha = \frac{h}{\ell}.$$



Prema tome, za određivanje vrijednosti koeficijenta trenja dovoljno je izmjeriti h i ℓ .

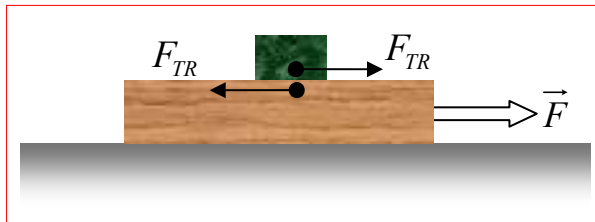
1.1.6. Ako tijelo ne proklizava, onda se oba tijelo i daska kreću kao cjelina i važi:

$(m + M)a = F$. Odavde je

$$a = \frac{F}{m + M}.$$

Na tijelo djeluje u horizontalnom pravcu samo sila trenja kao na slici, pa je:

$$ma = F_{TR},$$



tj. $F_{TR} = \frac{mF}{m + M}$.

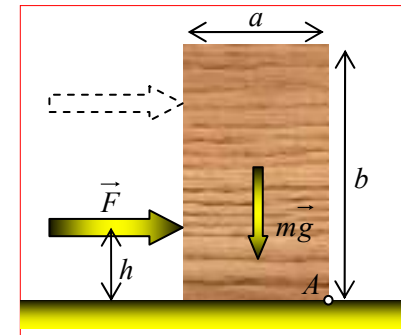
Kada nema proklizavanja, onda je $F_{TR} \leq (F_{TR})_{MAX}$, tj.

$$\frac{mF}{m + M} \leq kmg.$$

Dakle,

$$F \leq k(m + M)g = 27 \text{ N}.$$

1.1.7. Kada na kvadar djelujemo horizontalnom silom intenziteta većeg od sile trenja $F_{TR} = kmg$, na malom rastojanju h od njegove osnove, onda on počne da se kreće.



S druge strane, kada djelujemo istom silom na kvadar ali na većoj visini, može se desiti da se kvadar ne pomjera po stolu. To je u slučaju kada je moment sile \vec{F} , u odnosu na osu koja je normalna na ravan crteža i prolazi kroz tačku A , veći od momenta sile \vec{mg} u odnosu na istu osu:

$$Fh \geq mg \frac{a}{2},$$

gdje je a - širina kvadra.

Potrebno je odrediti visinu na kojoj se „nalazi“ sila kada predstavlja granicu između ova dva slučaja. Tada iz sistema jednačina

$$F = kmg \quad \text{i} \quad Fh = mg \frac{a}{2}$$

nalazimo da je koeficijent trenja:

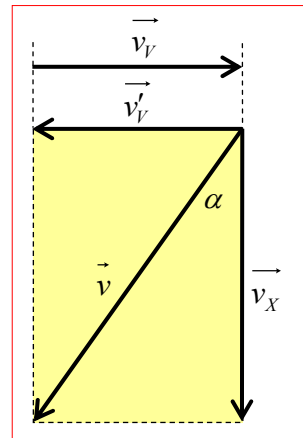
$$k = \frac{a}{2h}.$$

Odavde se može zaključiti još i da je ovakvo određivanje koeficijenta trenja moguće samo u slučaju kada visina kvadra zadovoljava uslov:

$$b \geq \frac{a}{2k}.$$

1.2. tema – Relativna brzina

1.2.1. Ako se voz kreće s lijeva na desno brzinom \vec{v}_V , onda u odnosu na



njega kapi imaju istu vrijednost brzine ali suprotno usmjerenu \vec{v}'_V . Osim toga, kišne kapu se kreću vertikalno u odnosu na voz, brzinom \vec{v}_X , koju treba da odredimo. Vektor rezultantne brzine zaklapa ugao α sa vertikalnim pravcem i zadovoljava relaciju:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v'_V}{v_X}$$

Iz ovog izraza određuje se brzina padanja kišnih kapi:

$$v_X = v'_V \operatorname{ctg} \alpha$$

Ugao izmjerimo uglomjerom.

Brzina v'_V se izračunava tako što se izmjeri vrijeme za koje voz pređe rastojanje od stuba do stuba, koje iznosi 1 km.

1.2.2. Neka je v brzina čamca u odnosu na vodu, u je brzina splava (odnosno brzina riječnog toka u odnosu na obalu), a s je put koji pređe čamac od jednog do drugog sela. Tada je, prema uslovima zadatka,

$$s = (v + u)t_1; \quad s = ut_2; \quad s = (v - u)t_3.$$

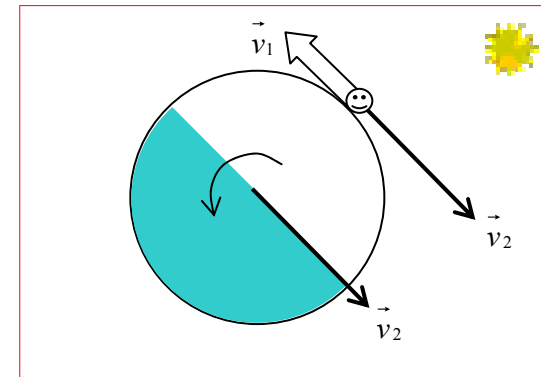
Odavde je:

$$v = 3u$$

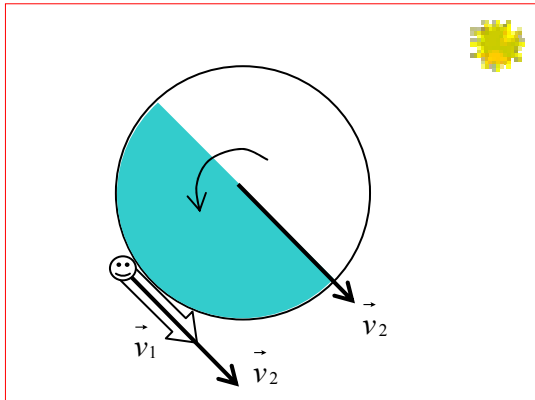
i

$$t_3 = \frac{ut_2}{v - u} = \frac{t_2}{2} = 6 \text{ h.}$$

1.2.3. Brže se krećemo noću nego danju – što se može zaključiti iz grafičkog prikaza brzine čovjeka na Ekvatoru u podne



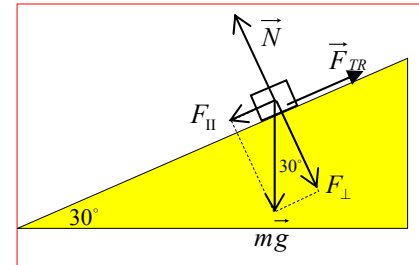
i brzine čovjeka na Ekvatoru u ponoć.



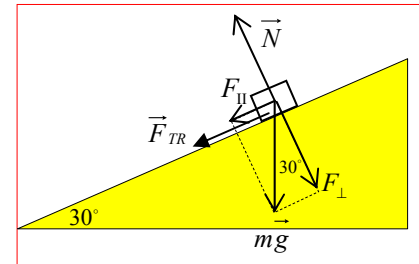
Brzina koju ima čovjek zbog kretanja centra Zemlje oko Sunca (v_2) i u podne i u ponoć ima isti smjer. Međutim, brzina koju čovjek ima zbog rotacije Zemlje oko svoje ose (v_1) u podne ima smjer suprotan smjeru brzine v_2 , a u ponoć isti smjer kao i brzina v_2 .

1.3. tema – Primjena Njutnovih zakona mehanike

1.3.1. Na slici su prikazane sile koje djeluju na pločicu kada se ona kreće niz



i uz strmu ravan.



Ako je kretanje niz strmu ravan ravnomjerno, onda je

$$F_{II} = F_{TR}.$$

Kada pločica ide uz strmu ravan, onda je

$$ma = F_{II} + F_{TR} = 2F_{TR} = mg.$$

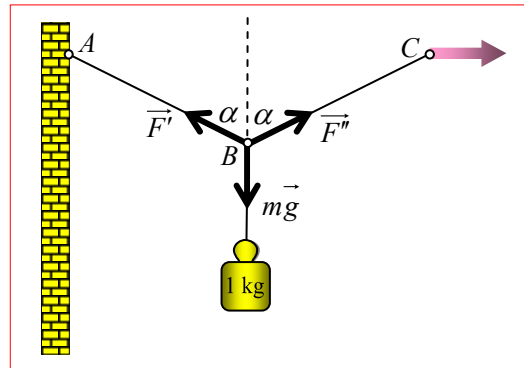
Slijedi:

$$a = g,$$

pa je

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2g}.$$

1.3.2. Potrebno je okačiti teg o sredinu niti, a zatim vući kraj niti C u pravcu prikazanom strelicom (kao na slici).



Za intenzitete sila na slici važi

$$mg = 2F \cos \alpha .$$

Oдавде se dobija da je

$$F = \frac{mg}{2 \cos \alpha} .$$

Kada postupno zatežemo nit, onda povećavamo vrijednost ugla α , a time i silu zatezanja niti F , sve dok ne dođe do njenog kidanja. Uglo mjeračom treba izmjeriti onaj ugao kada se kida nit.

Ako se nit kida čak i za $\alpha = 0^\circ$, onda je treba udvostručiti i ponoviti opisani postupak. Naravno, ne treba zaboraviti da u ovom slučaju dobijenu vrijednost treba podijeliti sa dva.

1.4. tema – Inercijalne sile

1.4.1.

I način.

Riješimo ovaj zadatak tako što ćemo kretanje posmatrati iz referentnog sistema vezanog za osu rotacije Zemlje, koji se približno može smatrati inercijalnim kada se zanemari kretanje Zemlje oko Sunca. U ovom sistemu tijelo kruži zahvaljujući postojanju stvarne, centripetalne sile.

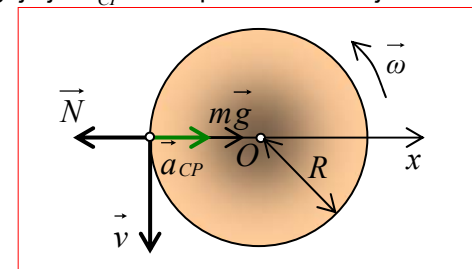
Drugi Njutnov zakon za kretanje na Ekvatoru tijela mase m ima oblik:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} ,$$

gdje je $m\vec{g}$ sila Zemljine teže, a \vec{N} normalna reakcija podloge. Projekcija ove jednakosti na x -osu ima oblik:

$$ma_{CP} = mg - N ,$$

gdje je a_{CP} centripetalno ubrzanje.



Težina tijela je po intenzitetu jednaka normalnoj reakciji podloge, odnosno:

$$Q = N = mg - ma_{CP} = mg - mR \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 .$$

U bestežinskom stanju je:

$$Q = N = 0.$$

Tada je:

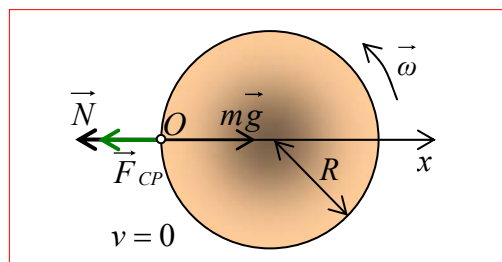
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$$

$$T \approx 5600 \text{ s} \approx 1^h 24'.$$

II način.

Posmatrajmo sada kretanje iz neinercijalnog sistema, vezanog za tijelo na Ekvatoru. U ovom sistemu tijelo miruje, a na njega, pored ranije navedenih djeluje i inercijalna, centrifugalna sila:

$$\vec{F}_{CF} = -m\vec{a}.$$



Ovdje se II Njutnov zakon može napisati u obliku:

$$\vec{0} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{CF}$$

ili

$$\vec{0} = m\vec{g} + \vec{N} - m\vec{a}.$$

Pošto je ubrzanje neinercijalnog sistema u stvari centripetalno ubrzanje referentnog sistema na Ekvatoru, ova je jednačina ekvivalentna jednačini:

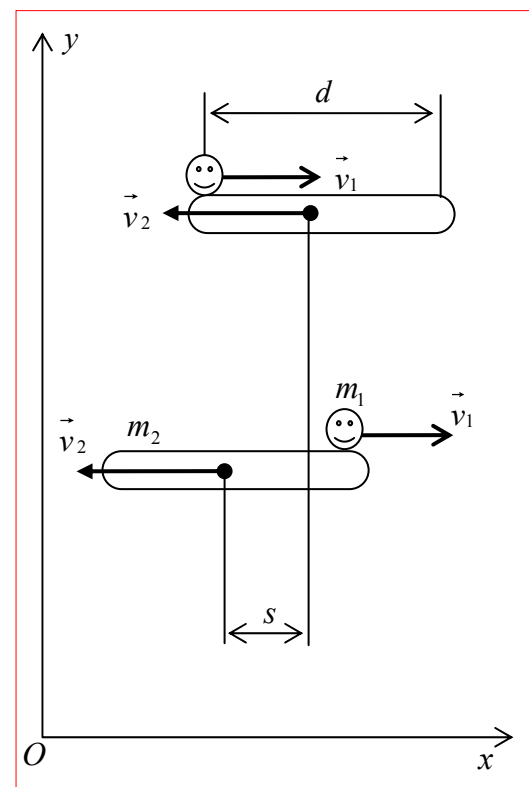
$$ma_{CP} = mg - N$$

iz prvog načina rješenja, pa je i nastavak rješenja isti.

1.5. tema – Zakon održanja impulsa i zakon održanja momenta impulsa

1.5.1. Izaberimo koordinatni sistem vezan za vodu. Neka je \vec{v}_1 - brzina čovjeka u odnosu na vodu, a \vec{v}_2 - brzina čamca u odnosu na vodu. Tada je, saglasno zakonu održanja impulsa,

$$m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = 0.$$



Pošto su m_1 i m_2 veći od nule, tada na osnovu prethodne relacije zaključujemo da v_{1x} i v_{2x} imaju različite znake, a to znači da su ova dva vektora suprotnih smjerova. Uzimajući u obzir da je $v_{1x} = v_1$ i $v_{2x} = v_2$, možemo napisati da je

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0. \quad (*)$$

Označimo sa t vrijeme za koje čovjek pređe sa krme na pramac, a sa \vec{V} - brzinu čovjeka u odnosu na čamac. Tada je $V = \frac{d}{t}$ i $v_2 = \frac{s}{t}$, gdje je s - rastojanje za koje se čamac pomjeri za vrijeme t .

Prema zakonu sabiranja brzina je:

$$\vec{v}_1 = \vec{V} + \vec{v}_2,$$

tj. $v_1 = V - v_2$

$$v_1 = \frac{d}{t} - \frac{s}{t} = \frac{d-s}{t}.$$

Sada se jednačina (*) može napisati u obliku:

$$\frac{m_1(d-s)}{t} - \frac{m_2 s}{t} = 0.$$

Odavde je:

$$s = \frac{m_1 d}{m_1 + m_2} = 1 \text{ m.}$$

Napomena:

Često se navodi i pogrešno rješenje sledećeg oblika:

Čovjek se kreće brzinom $v_1 = \frac{d}{t}$, a istovremeno se čamac sa

čovjekom kreće u suprotnom smjeru brzinom v_2 . Na osnovu zakona održanja impulsa je:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2$$

$$m_1 \frac{d}{t} = (m_1 + m_2) v_2.$$

Odavde je $v_2 = \frac{m_1 d}{t(m_1 + m_2)}$. Slijedi, čamac se pomjeri na

rastojanje $s = v_2 t$ ili

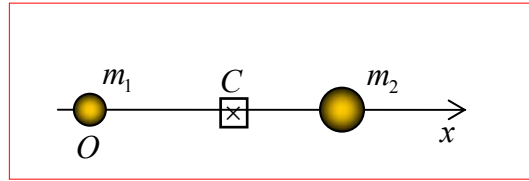
$$s = \frac{m_1 d}{m_1 + m_2}.$$

Dobijen je isti izraz kao i u tačnom rješenju, ali – ovo je slučajno poklapanje.

U toku rješavanja napravljena je gruba greška: brzine tijela su uzete u odnosu na različite sisteme referencije.

1.5.2. Ako se x - osa usmjeri duž pravca koji prolazi kroz tačkasta tijela, a koordinatni početak postavi tamo gdje je prvo tačkasto tijelo (slika), onda je koordinata centra mase:

$$x_c = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$



$$x_c = \frac{m_2 d}{m_1 + m_2} = 4 \text{ cm.}$$

1.5.3. Moment inercije sistema tijela $I = \sum_i m_i r_i^2$ za točak se može izračunati ako se oduzmu momenti inercije dva diska redom poluprečnika R_1 i R_2 :

$$I = I_2 - I_1 = (m_2 R_2^2 - m_1 R_1^2) / 2$$

i ako se uzme u obzir da se masa diska može izraziti kao proizvod gustine ρ i zapremine, dobija se moment inercije točka mase m :

$$I = \rho \pi g (R_2^4 - R_1^4) / 2 = m (R_1^2 + R_2^2) / 2.$$

Ugaona brzina rotacije točka oko svoje ose je

$$\omega = v / R_2 = 20 \frac{\text{rad}}{\text{s}}, \text{ tako da se dobija } L = I\omega \approx 2 \cdot 10^7 \text{ g}$$

cm^2/s .

$$(b) M = I \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \approx 10^7 \text{ g cm}^2/\text{s}^2.$$

2.1. tema – Mehanička energija i rad

2.1.1. Različitost i prividna neusaglašenost formula (1) i (2) posljedica su različitog izbora referentnog nivoa potencijalne energije. Naime, potencijalna energija je određena:

- formulom (1) ako nultoj vrijednosti energije odgovara beskonačno veliko rastojanje tijela od Zemlje;
- formulom (2) ako je nulti nivo površ Zemlje.

Matematički se, inače, formula (1), u slučaju kada je $h \ll R$ može svesti na oblik:

$$E_p = -\gamma \frac{mM}{R} + mgh. \quad (3)$$

Formule (2) i (3) nijesu nesaglasne jedna sa drugom:

✓ Potencijalna energija sistema u jednom položaju nije strogo definisana i zavisi od izbora referentnog nivoa. Kada se razmatra razlika energija tijela na visini h_1 i h_2 , onda se i po jednoj i po drugoj formuli dobija ista vrijednost:

$$mgh_1 - mgh_2$$

✓ Tijelo na površi Zemlje ima potencijalnu energiju jednaku nuli i po jednoj i po drugog formuli.

Predmetni program **PROBLEMSKA FIZIKA, obavezni izborni predmet** za opštu gimnaziju za opštu gimnaziju izradila je Komisija u sljedećem sastavu:

prof. dr **Žarko Kovačević**, predsjednik

Radovan Ognjanović, član

Tatijana Čarapić, član