



SREDNJA ŠKOLA
KRAPINA



SREDNJA ŠKOLA
KRAPINA



FIZIKA ZA ŽIVOT I DALJNJE UČENJE

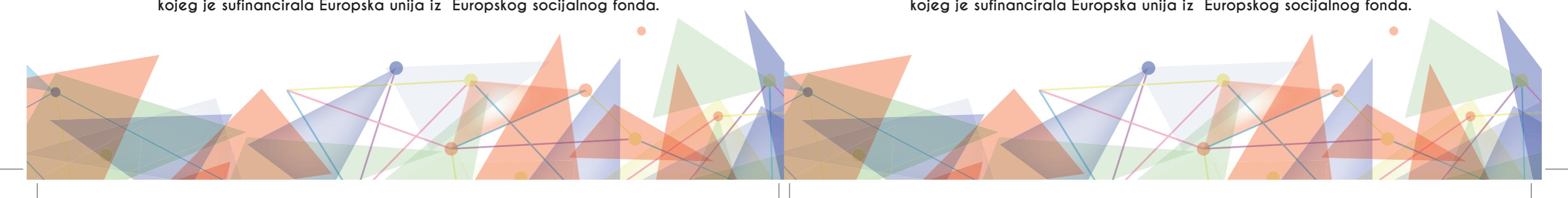
Priručnik za učenike
za 4. razred gimnazijskih programa

Ova publikacija izrađena je u okviru projekta Gimnazija 100+
kojeg je sufinancirala Evropska unija iz Evropskog socijalnog fonda.

FIZIKA ZA ŽIVOT I DALJNJE UČENJE

Priručnik za učenike
za 4. razred gimnazijskih programa

Ova publikacija izrađena je u okviru projekta Gimnazija 100+
kojeg je sufinancirala Evropska unija iz Evropskog socijalnog fonda.



PROJEKT GIMNAZIJA 100+

Korisnik: Srednja škola Krapina

Partner: Srednja škola Pregrada

Vrijednost projekta: 1.117.336,41 kn

Bespovratna sredstva: 1.117.336,41 kuna

Trajanje projekta: 12 mjeseci

U sklopu projekta Gimnazija 100+ želimo unaprijediti ishode učenja u području matematike i prirodoslovja, omogućiti stjecanje dodatnih kompetencija, osigurati veću uspješnost na ispitima državne mature i uspešan nastavak obrazovanja. Razvijamo nove fakultativne programe iz matematike, kemije, biologije i fizike.

Projekt Gimnazija 100+ sufinancirala je Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

IMPRESSUM

Pripremili: Kristijan Kunštek, mag. fizike i informatike

Bojan Podgajski, mag. fizike i informatike

Ksenija Vuksan, prof. fizike i kemije

dr. sc. Ana Sušac – vanjska konzultantica

Nakladnik: Srednja škola Krapina, Šetalište hrvatskog narodnog preporoda 6, 49 000 Krapina

Za nakladnika: Ivica Rozijan, prof., ravnatelj Srednje škole Krapina

Grafičko oblikovanje: Aldini d.o.o., Sesvete

Tisak: Aldini d.o.o., Sesvete

Prvo izdanje, 2016.

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Srednje škole Krapina.

PROJEKT GIMNAZIJA 100+

Korisnik: Srednja škola Krapina

Partner: Srednja škola Pregrada

Vrijednost projekta: 1.117.336,41 kn

Bespovratna sredstva: 1.117.336,41 kuna

Trajanje projekta: 12 mjeseci

U sklopu projekta Gimnazija 100+ želimo unaprijediti ishode učenja u području matematike i prirodoslovja, omogućiti stjecanje dodatnih kompetencija, osigurati veću uspješnost na ispitima državne mature i uspešan nastavak obrazovanja. Razvijamo nove fakultativne programe iz matematike, kemije, biologije i fizike.

Projekt Gimnazija 100+ sufinancirala je Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

IMPRESSUM

Pripremili: Kristijan Kunštek, mag. fizike i informatike

Bojan Podgajski, mag. fizike i informatike

Ksenija Vuksan, prof. fizike i kemije

dr. sc. Ana Sušac – vanjska konzultantica

Nakladnik: Srednja škola Krapina, Šetalište hrvatskog narodnog preporoda 6, 49 000 Krapina

Za nakladnika: Ivica Rozijan, prof., ravnatelj Srednje škole Krapina

Grafičko oblikovanje: Aldini d.o.o., Sesvete

Tisak: Aldini d.o.o., Sesvete

Prvo izdanje, 2016.

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Srednje škole Krapina.

Sadržaj	Sadržaj
1. OPIS I CILJEVI FAKULTATIVNE NASTAVE FIZIKE	1
2. OPIS FAKULTATIVNOG PREDMETA <i>FIZIKA ZA ŽIVOT I DALJNJE UČENJE 4. RAZRED</i>	2
3. ISHODI UČENJA I VREDNOVANJE.....	3
3.1. ISHODI UČENJA.....	3
3.2. VREDNOVANJE.....	4
4. RADNI LISTOVI ZA UČENIKE S UPUTAMA ZA PROVOĐENJE UČENIČKIH AKTIVNOSTI.....	8
1. OPIS I CILJEVI FAKULTATIVNE NASTAVE FIZIKE	1
2. OPIS FAKULTATIVNOG PREDMETA <i>FIZIKA ZA ŽIVOT I DALJNJE UČENJE 4. RAZRED</i>	2
3. ISHODI UČENJA I VREDNOVANJE.....	3
3.1. ISHODI UČENJA.....	3
3.2. VREDNOVANJE.....	4
4. RADNI LISTOVI ZA UČENIKE S UPUTAMA ZA PROVOĐENJE UČENIČKIH AKTIVNOSTI.....	8

1. Opis i ciljevi fakultativne nastave fizike

Fakultativna nastava fizike provodi se s ciljem:

- produbljivanja razumijevanja i primjene fizičkih koncepata, zakona i teorija
- daljnograzvoja istraživačkog pristupa rješavanju problema
- razvoja eksperimentalnih vještina i sposobnosti analiziranja podataka
- poticanja interesa za fiziku kao temelja za razumijevanje prirodnih pojava i razvoj novih tehnologija

Fakultativna nastava fizike nastavlja se na redovnu nastavu i nadopunjuje je. Zainteresiranim učenicima omogućuje stjecanje dubljeg konceptualnog razumijevanja i razvoj sposobnosti znanstvenog razmišljanja i zaključivanja. Učenik je u središtu nastavnog procesa u kojem kroz različite aktivnosti istražuje fizičke pojave. Učenici rade u paru ili u manjim grupama, postavljaju istraživačka pitanja i hipoteze, planiraju i provode pokuse i mjerena, analiziraju i interpretiraju dobivene podatke. Pri tome, koriste dostupne tehnologije koje omogućavaju brže prikupljanje i analizu podataka. Kroz učeničke projekte razvija se samostalnost i odgovornost te potiče interes za primjenu fizike u svakodnevnom životu. Fakultativna nastava fizike kod učenika razvija razumijevanje znanstveno-istraživačkih metoda i njihovu primjenu u razvoju novih tehnologija što potiče interes za nastavak školovanja u području prirodnih, tehničkih i biomedicinskih znanosti.

1. Opis i ciljevi fakultativne nastave fizike

Fakultativna nastava fizike provodi se s ciljem:

- produbljivanja razumijevanja i primjene fizičkih koncepata, zakona i teorija
- daljnograzvoja istraživačkog pristupa rješavanju problema
- razvoja eksperimentalnih vještina i sposobnosti analiziranja podataka
- poticanja interesa za fiziku kao temelja za razumijevanje prirodnih pojava i razvoj novih tehnologija

Fakultativna nastava fizike nastavlja se na redovnu nastavu i nadopunjuje je. Zainteresiranim učenicima omogućuje stjecanje dubljeg konceptualnog razumijevanja i razvoj sposobnosti znanstvenog razmišljanja i zaključivanja. Učenik je u središtu nastavnog procesa u kojem kroz različite aktivnosti istražuje fizičke pojave. Učenici rade u paru ili u manjim grupama, postavljaju istraživačka pitanja i hipoteze, planiraju i provode pokuse i mjerena, analiziraju i interpretiraju dobivene podatke. Pri tome, koriste dostupne tehnologije koje omogućavaju brže prikupljanje i analizu podataka. Kroz učeničke projekte razvija se samostalnost i odgovornost te potiče interes za primjenu fizike u svakodnevnom životu. Fakultativna nastava fizike kod učenika razvija razumijevanje znanstveno-istraživačkih metoda i njihovu primjenu u razvoju novih tehnologija što potiče interes za nastavak školovanja u području prirodnih, tehničkih i biomedicinskih znanosti.

2. Opis fakultativnog predmeta *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred*

Cilj fakultativnog predmeta *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred* je proširivanje i produbljivanje znanja i konceptualnog razumijevanja iz područja titranja, valova, optike i moderne fizike. Predmet se održava u 4. razredu nakon što su učenici na redovnoj nastavi obradili ta područja. Istraživački usmjerena nastava ostvaruje se kroz učeničke pokuse, projekte i seminare.

Zbog nedostatka vremena i materijalnih uvjeta, redovna nastava fizike ne uspijeva dovoljno razviti eksperimentalne vještine kod učenika. U sklopu fakultativnog predmeta *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred* učenici sami planiraju i izvode pokuse pri čemu razvijaju bolje razumijevanje prirode mjerena te prepoznaju potrebu za ponavljanjem mjerena. Uočavaju da je potrebno odrediti pogrešku mjerena da bi se mogli vrednovati dobiveni rezultati. Na srednjoškolskoj razini, rezultati mjerena prikazuju se kao srednja vrijednost s pripadajućom maksimalnom apsolutnom pogreškom mjerena.

Na početku prvog polugodišta učenici ciklički prolaze kroz niz istraživački usmjerene aktivnosti iz područja titranja, valova i optike. Titranja učenici istražuju na primjeru matematičkog njihala ili mase obješene na uteg. Pomoću uskog snopa svjetlosti istražuju zakone refleksije i loma svjetlosti te ih primjenjuju kod ravnih i zakriviljenih zrcala te leća. Na temelju direktnog eksperimentalnog iskustva s ogibnim uzorcima, učenici lakše zaključuju o vezi između relevantnih fizičkih veličina. Analiziranje pojave polarizacije povezuje učenje fizike sa svakodnevnim životom. U drugom dijelu prvog polugodišta učenici, u paru ili u manjim grupama, rade na projektima koje su izabrali sami ili uz pomoć nastavnika. Pritom oni primjenjuju znanstveno-istraživački pristup. Na jednostavnom primjeru svog projekta, učenici uče kritički procjenjivati argumente, pretpostavke, koncepte, podatke i rezultate znanstvenih istraživanja. Tijekom rada na projektnom zadatku učenici vježbaju raditi u timu te stječu komunikacijske i prezentacijske sposobnosti koje su vrlo važne za život i daljnje učenje.

U drugom polugodištu učenici ciklički prolaze kroz niz istraživački usmjerene aktivnosti iz područja moderne fizike. Pokuse iz moderne fizike često je nemoguće izvesti u razrednom okruženju, pa je u tom slučaju korisno rabiti računalne simulacije. PhET interaktivne simulacije,

2. Opis fakultativnog predmeta *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred*

Cilj fakultativnog predmeta *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred* je proširivanje i produbljivanje znanja i konceptualnog razumijevanja iz područja titranja, valova, optike i moderne fizike. Predmet se održava u 4. razredu nakon što su učenici na redovnoj nastavi obradili ta područja. Istraživački usmjerena nastava ostvaruje se kroz učeničke pokuse, projekte i seminare.

Zbog nedostatka vremena i materijalnih uvjeta, redovna nastava fizike ne uspijeva dovoljno razviti eksperimentalne vještine kod učenika. U sklopu fakultativnog predmeta *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred* učenici sami planiraju i izvode pokuse pri čemu razvijaju bolje razumijevanje prirode mjerena te prepoznaju potrebu za ponavljanjem mjerena. Uočavaju da je potrebno odrediti pogrešku mjerena da bi se mogli vrednovati dobiveni rezultati. Na srednjoškolskoj razini, rezultati mjerena prikazuju se kao srednja vrijednost s pripadajućom maksimalnom apsolutnom pogreškom mjerena.

Na početku prvog polugodišta učenici ciklički prolaze kroz niz istraživački usmjerene aktivnosti iz područja titranja, valova i optike. Titranja učenici istražuju na primjeru matematičkog njihala ili mase obješene na uteg. Pomoću uskog snopa svjetlosti istražuju zakone refleksije i loma svjetlosti te ih primjenjuju kod ravnih i zakriviljenih zrcala te leća. Na temelju direktnog eksperimentalnog iskustva s ogibnim uzorcima, učenici lakše zaključuju o vezi između relevantnih fizičkih veličina. Analiziranje pojave polarizacije povezuje učenje fizike sa svakodnevnim životom. U drugom dijelu prvog polugodišta učenici, u paru ili u manjim grupama, rade na projektima koje su izabrali sami ili uz pomoć nastavnika. Pritom oni primjenjuju znanstveno-istraživački pristup. Na jednostavnom primjeru svog projekta, učenici uče kritički procjenjivati argumente, pretpostavke, koncepte, podatke i rezultate znanstvenih istraživanja. Tijekom rada na projektnom zadatku učenici vježbaju raditi u timu te stječu komunikacijske i prezentacijske sposobnosti koje su vrlo važne za život i daljnje učenje.

U drugom polugodištu učenici ciklički prolaze kroz niz istraživački usmjerene aktivnosti iz područja moderne fizike. Pokuse iz moderne fizike često je nemoguće izvesti u razrednom okruženju, pa je u tom slučaju korisno rabiti računalne simulacije. PhET interaktivne simulacije,

razvijene na Sveučilištu u Coloradu, zasnovane su na edukacijskim istraživanjima i prilagođene istraživačkom pristupu u nastavi. Neke simulacije su relativno jednostavne kao *Zračenje crnog tijela* dok su neke kompleksne i zahtjevne kao Fotoelektrični efekt, pa ih treba koristi uz vođenje učenika u zaključivanju. Istraživanje spektara može se povezati s kvalitetom žarulja u kućanstvu, a pojava radioaktivnosti s niskim dozama prirodnog radioaktivnog zračenja kojem smo stalno izloženi. Na kraju učenici prezentiraju seminare s temama iz moderne fizike.

Fakultativni predmet *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred* ima dodirne točke s drugim nastavnim predmetima. Najbrojnije su korelacije s matematikom, informatikom i ostalim prirodoslovnim predmetima (kemija i biologija).

Za izvedbu ovog nastavnog programa planirano je 32 nastavnih sati. Preporuča se da se nastava održava u blok satovima, tj. svaka dva tjedna po dva sata. Razredni odjel fakultativne nastave ne bi trebao sadržavati više od 16 učenika.

3. Ishodi učenja i vrednovanje

3.1. Ishodi učenja

Opći (generički) ishodi učenja

Na kraju fakultativne nastave iz predmeta *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred* učenici će:

- primijeniti istraživački pristup u rješavanju problema
- primijeniti fizička znanja u kontekstima iz znanosti i svakodnevnog života
- osmislit i provesti pokuse i mjerena
- koristiti tehnologiju za prikupljanje i obradu podataka uključujući različite senzore, sučelja i softvere
- preuzeti odgovornost za planiranje i provođenje projektnih zadataka
- učinkovito komunicirati i surađivati u timu
- samostalno koristiti relevantne izvore informacija
- jasno prezentirati složene ideje i rezultate istraživanja.

Ishodi učenja fizičkih koncepata

Na kraju fakultativne nastave iz predmeta *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred* učenici će:

razvijene na Sveučilištu u Coloradu, zasnovane su na edukacijskim istraživanjima i prilagođene istraživačkom pristupu u nastavi. Neke simulacije su relativno jednostavne kao *Zračenje crnog tijela* dok su neke kompleksne i zahtjevne kao Fotoelektrični efekt, pa ih treba koristi uz vođenje učenika u zaključivanju. Istraživanje spektara može se povezati s kvalitetom žarulja u kućanstvu, a pojava radioaktivnosti s niskim dozama prirodnog radioaktivnog zračenja kojem smo stalno izloženi. Na kraju učenici prezentiraju seminare s temama iz moderne fizike.

Fakultativni predmet *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred* ima dodirne točke s drugim nastavnim predmetima. Najbrojnije su korelacije s matematikom, informatikom i ostalim prirodoslovnim predmetima (kemija i biologija).

Za izvedbu ovog nastavnog programa planirano je 32 nastavnih sati. Preporuča se da se nastava održava u blok satovima, tj. svaka dva tjedna po dva sata. Razredni odjel fakultativne nastave ne bi trebao sadržavati više od 16 učenika.

3. Ishodi učenja i vrednovanje

3.1. Ishodi učenja

Opći (generički) ishodi učenja

Na kraju fakultativne nastave iz predmeta *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred* učenici će:

- primijeniti istraživački pristup u rješavanju problema
- primijeniti fizička znanja u kontekstima iz znanosti i svakodnevnog života
- osmislit i provesti pokuse i mjerena
- koristiti tehnologiju za prikupljanje i obradu podataka uključujući različite senzore, sučelja i softvere
- preuzeti odgovornost za planiranje i provođenje projektnih zadataka
- učinkovito komunicirati i surađivati u timu
- samostalno koristiti relevantne izvore informacija
- jasno prezentirati složene ideje i rezultate istraživanja.

Ishodi učenja fizičkih koncepata

Na kraju fakultativne nastave iz predmeta *Fizika za život i daljnje učenje 4. razred* učenici će:

- prikazati, usporediti i protumačiti rezultate mjerena u fizici
- analizirati mehaničko titranje
- analizirati i primijeniti zakon refleksije svjetlosti
- analizirati i primijeniti zakon loma svjetlosti
- opisati i analizirati ogib i polarizaciju svjetlosti
- opisati i analizirati zračenje crnog tijela
- opisati i objasniti fotoelektrični efekt te primijeniti odgovarajuće izraze
- opisati spektre i objasniti njihov nastanak pomoću energijskih nivoa
- opisati radioaktivnost i primijeniti zakon radioaktivnoga raspada
- planirati i provesti učenički projekt iz područja titranja, valova, optike ili moderne fizike.

3.2. Vrednovanje

Vrednovanje u fakultativnoj nastavi fizike provode nastavnik i učenik. Nastavnik vrednuje proces učenja i konačni ishod učenja. Pri tome, koristi različite metode vrednovanja u fakultativnoj nastavi fizike kao što su ciljana pitanja tijekom nastave za provjeru razumijevanja učenika, opažanje ponašanja učenika tijekom samostalnog rada i rada u paru ili u manjim grupama, vođenje grupnih rasprava, konzultacije s učenicima, provjera radnih listova koje učenici koriste u radu te pisanih izvještaja o rezultatima pokusa, predstavljanje učeničkih projekata i dr. Za evidenciju vrednovanja nastavnici mogu koristiti tablice (rubrike i procjenske liste) koje mogu biti korisne i učenicima u procesu samovrednovanja. Za učenike je važno da vrednuju svoje učenje i napredak da bi mogli poboljšati moguće uočene poteškoće. U nastavku su dani primjeri tablica koje mogu pomoći učenicima u samovrednovanju (rubrike i procjenske liste za učenike).

U fakultativnoj nastavi fizike Fizika za život i daljnje učenje 3. razred koriste se tablice (rubrike) s tri elementa vrednovanja (*Razumijevanje i primjena fizičkih koncepata, Istraživački pristup i eksperimentalne vještine te Odgovornost i komunikacija*) i tri razine usvojenosti ishoda (*Izvrsno, Dobro i Potrebna podrška*). U procjenskoj listi učenik može bilježiti datume i komentare sa svojim procjenama za pojedine ishode.

- prikazati, usporediti i protumačiti rezultate mjerena u fizici
- analizirati mehaničko titranje
- analizirati i primijeniti zakon refleksije svjetlosti
- analizirati i primijeniti zakon loma svjetlosti
- opisati i analizirati ogib i polarizaciju svjetlosti
- opisati i analizirati zračenje crnog tijela
- opisati i objasniti fotoelektrični efekt te primijeniti odgovarajuće izraze
- opisati spektre i objasniti njihov nastanak pomoću energijskih nivoa
- opisati radioaktivnost i primijeniti zakon radioaktivnoga raspada
- planirati i provesti učenički projekt iz područja titranja, valova, optike ili moderne fizike.

3.2. Vrednovanje

Vrednovanje u fakultativnoj nastavi fizike provode nastavnik i učenik. Nastavnik vrednuje proces učenja i konačni ishod učenja. Pri tome, koristi različite metode vrednovanja u fakultativnoj nastavi fizike kao što su ciljana pitanja tijekom nastave za provjeru razumijevanja učenika, opažanje ponašanja učenika tijekom samostalnog rada i rada u paru ili u manjim grupama, vođenje grupnih rasprava, konzultacije s učenicima, provjera radnih listova koje učenici koriste u radu te pisanih izvještaja o rezultatima pokusa, predstavljanje učeničkih projekata i dr. Za evidenciju vrednovanja nastavnici mogu koristiti tablice (rubrike i procjenske liste) koje mogu biti korisne i učenicima u procesu samovrednovanja. Za učenike je važno da vrednuju svoje učenje i napredak da bi mogli poboljšati moguće uočene poteškoće. U nastavku su dani primjeri tablica koje mogu pomoći učenicima u samovrednovanju (rubrike i procjenske liste za učenike).

U fakultativnoj nastavi fizike Fizika za život i daljnje učenje 3. razred koriste se tablice (rubrike) s tri elementa vrednovanja (*Razumijevanje i primjena fizičkih koncepata, Istraživački pristup i eksperimentalne vještine te Odgovornost i komunikacija*) i tri razine usvojenosti ishoda (*Izvrsno, Dobro i Potrebna podrška*). U procjenskoj listi učenik može bilježiti datume i komentare sa svojim procjenama za pojedine ishode.

RUBRIKA – UČENIČKI PRIMJERAK

RAZINA	<i>Razumijevanje i primjena fizičkih koncepata</i>	<i>Istraživački pristup i eksperimentalne vještine</i>	<i>Odgovornost i komunikacija</i>
<i>Izvrsno</i>	Pokazujem razumijevanje i korektno primjenjujem sve potrebne fizičke koncepte i matematičke procedure u poznatim i novim kontekstima	Samostalno postavljam istraživačko pitanje, formiram hipotezu, osmišljavam pokus, postavljam eksperimentalni postav, provodim mjerena te analizu i interpretaciju dobivenih rezultata	Pokazujem samostalnost i preuzimam odgovornost za svoje zadatke, uspješno komuniciram i surađujem u timu, jasno prezentiram rezultate istraživanja
<i>Dobro</i>	Pokazujem razumijevanje i primjenjujem većinu potrebnih fizičkih koncepata i matematičkih procedura u poznatim kontekstima uz manje pogreške	Postavljam istraživačko pitanje, uz pomoć nastavnika formiram hipotezu i osmišljavam pokus, samostalno postavljam eksperimentalni postav, provodim mjerena te analizu i interpretaciju dobivenih rezultata uz manje pogreške	Pokazujem djelomičnu samostalnost i odgovornost za svoje zadatke, većinom uspješno komuniciram i surađujem u timu, uglavnom jasno prezentiram rezultate istraživanja
<i>Potrebna podrška</i>	Pokazujem razumijevanje i primjenjujem manji dio jednostavnih fizičkih koncepata i matematičkih procedura u poznatim kontekstima uz pogreške	Uz pomoć nastavnika postavljam istraživačko pitanje i postavljam eksperimentalni postav, provodim mjerena prema uputama, analiziram podatke uz pogreške	Ne pokazujem samostalnost i odgovornost za svoje zadatke, imam poteškoće u komunikaciji i suradnji u timu, prezentiram nejasno rezultate istraživanja

RUBRIKA – UČENIČKI PRIMJERAK

RAZINA	<i>Razumijevanje i primjena fizičkih koncepata</i>	<i>Istraživački pristup i eksperimentalne vještine</i>	<i>Odgovornost i komunikacija</i>
<i>Izvrsno</i>	Pokazujem razumijevanje i korektno primjenjujem sve potrebne fizičke koncepte i matematičke procedure u poznatim i novim kontekstima	Samostalno postavljam istraživačko pitanje, formiram hipotezu, osmišljavam pokus, postavljam eksperimentalni postav, provodim mjerena te analizu i interpretaciju dobivenih rezultata	Pokazujem samostalnost i preuzimam odgovornost za svoje zadatke, uspješno komuniciram i surađujem u timu, jasno prezentiram rezultate istraživanja
<i>Dobro</i>	Pokazujem razumijevanje i primjenjujem većinu potrebnih fizičkih koncepata i matematičkih procedura u poznatim kontekstima uz manje pogreške	Postavljam istraživačko pitanje, uz pomoć nastavnika formiram hipotezu i osmišljavam pokus, samostalno postavljam eksperimentalni postav, provodim mjerena te analizu i interpretaciju dobivenih rezultata uz manje pogreške	Pokazujem djelomičnu samostalnost i odgovornost za svoje zadatke, većinom uspješno komuniciram i surađujem u timu, uglavnom jasno prezentiram rezultate istraživanja
<i>Potrebna podrška</i>	Pokazujem razumijevanje i primjenjujem manji dio jednostavnih fizičkih koncepata i matematičkih procedura u poznatim kontekstima uz pogreške	Uz pomoć nastavnika postavljam istraživačko pitanje i postavljam eksperimentalni postav, provodim mjerena prema uputama, analiziram podatke uz pogreške	Ne pokazujem samostalnost i odgovornost za svoje zadatke, imam poteškoće u komunikaciji i suradnji u timu, prezentiram nejasno rezultate istraživanja

PROCJENSKA LISTA – UČENIČKI PRIMJERAK

<u>Učenik:</u>	<i>Izvrsno</i>	<i>Dobro</i>	<i>Potrebna podrška</i>
<p><i>Razumijevanje i primjena fizičkih koncepata:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> · analiziram mehaničko titranje · analiziram i primjenjujem zakon refleksije svjetlosti · analiziram i primjenjujem zakon loma svjetlosti · opisujem i analiziram ogib i polarizaciju svjetlosti · opisujem i analiziram zračenje crnog tijela · opisujem i objašnjavam fotoelektrični efekt te primjenjujem odgovarajuće izraze · opisujem spektre i objašnjavam njihov nastanak pomoću energijskih nivoa · opisujem radioaktivnost i primjenjujem zakon radioaktivnoga raspada 	(Komentar, datum)		

PROCJENSKA LISTA – UČENIČKI PRIMJERAK

<u>Učenik:</u>	<i>Izvrsno</i>	<i>Dobro</i>	<i>Potrebna podrška</i>
<p><i>Razumijevanje i primjena fizičkih koncepata:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> · analiziram mehaničko titranje · analiziram i primjenjujem zakon refleksije svjetlosti · analiziram i primjenjujem zakon loma svjetlosti · opisujem i analiziram ogib i polarizaciju svjetlosti · opisujem i analiziram zračenje crnog tijela · opisujem i objašnjavam fotoelektrični efekt te primjenjujem odgovarajuće izraze · opisujem spektre i objašnjavam njihov nastanak pomoću energijskih nivoa · opisujem radioaktivnost i primjenjujem zakon radioaktivnoga raspada 	(Komentar, datum)		

PROJEKT GIMNAZIJA 100 +

<p><i>Istraživački pristup i eksperimentalne vještine:</i></p> <ul style="list-style-type: none">· primjenjujem istraživački pristup u rješavanju problema· osmišljavam i provodim pokuse i mjerena· prikazujem, uspoređujem i tumačim rezultate mjerena u fizici· koristim tehnologiju za prikupljanje i obradu podataka uključujući različite senzore, sučelja i softvere			
<p><i>Odgovornost i komunikacija</i></p> <ul style="list-style-type: none">· pokazujem samostalnost· preuzimam odgovornost· komuniciram i surađujem u timu· prezentiram rezultate istraživanja			

PROJEKT GIMNAZIJA 100 +

<p><i>Istraživački pristup i eksperimentalne vještine:</i></p> <ul style="list-style-type: none">· primjenjujem istraživački pristup u rješavanju problema· osmišljavam i provodim pokuse i mjerena· prikazujem, uspoređujem i tumačim rezultate mjerena u fizici· koristim tehnologiju za prikupljanje i obradu podataka uključujući različite senzore, sučelja i softvere			
<p><i>Odgovornost i komunikacija</i></p> <ul style="list-style-type: none">· pokazujem samostalnost· preuzimam odgovornost· komuniciram i surađujem u timu· prezentiram rezultate istraživanja			

4. Radni listovi za učenike s uputama za provođenje učeničkih aktivnosti

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Matematičko njihalo

I. Period matematičkog njihala

Kako ćete izmjeriti period matematičkog njihala?

Zašto je potrebno mjeriti veći broj titraja?

O čemu može ovisiti period matematičkog njihala?

II. Ovisnost perioda matematičkog njihala o amplitudi titranja

Ovisi li period matematičkog njihala o amplitudi titranja?

Kako ćete to provjerili? Obrazložite odgovor.

Koje veličine trebate mjeriti?

Duljina niti matematičkog njihala neka bude veća od 50 cm. Napravite mjerena za tri različite amplitude, ali pazite da otkloni ne budu veliki. Podatke unesite u tablicu i odredite period matematičkog njihala.

Što možete zaključiti iz svojih rezultata o ovisnosti perioda matematičkog njihala o amplitudi titranja?

4. Radni listovi za učenike s uputama za provođenje učeničkih aktivnosti

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Matematičko njihalo

I. Period matematičkog njihala

Kako ćete izmjeriti period matematičkog njihala?

Zašto je potrebno mjeriti veći broj titraja?

O čemu može ovisiti period matematičkog njihala?

II. Ovisnost perioda matematičkog njihala o amplitudi titranja

Ovisi li period matematičkog njihala o amplitudi titranja?

Kako ćete to provjerili? Obrazložite odgovor.

Koje veličine trebate mjeriti?

Duljina niti matematičkog njihala neka bude veća od 50 cm. Napravite mjerena za tri različite amplitude, ali pazite da otkloni ne budu veliki. Podatke unesite u tablicu i odredite period matematičkog njihala.

Što možete zaključiti iz svojih rezultata o ovisnosti perioda matematičkog njihala o amplitudi titranja?

III. Ovisnost perioda matematičkog njihala o masi utega

Ovisi li period matematičkog njihala o masi utega?

Kako ćete to provjerili? Obrazložite odgovor.

Koje veličine trebate mjeriti?

Napravite mjerena za tri različite mase utega, podatke unesite u tablicu i odredite period matematičkog njihala.

Što možete zaključiti iz svojih rezultata o ovisnosti perioda matematičkog njihala o masi utega?

III. Ovisnost perioda matematičkog njihala o masi utega

Ovisi li period matematičkog njihala o masi utega?

Kako ćete to provjerili? Obrazložite odgovor.

Koje veličine trebate mjeriti?

Napravite mjerena za tri različite mase utega, podatke unesite u tablicu i odredite period matematičkog njihala.

Što možete zaključiti iz svojih rezultata o ovisnosti perioda matematičkog njihala o masi utega?

IV. Ovisnost perioda matematičkog njihala o duljini niti

Ovisi li period matematičkog njihala o duljini niti?

Kako ćete to provjerili? Obrazložite odgovor.

Koje veličine trebate mjeriti?

Napravite mjerena za barem šest duljina niti, podatke unesite u tablicu i odredite period matematičkog njihala.

IV. Ovisnost perioda matematičkog njihala o duljini niti

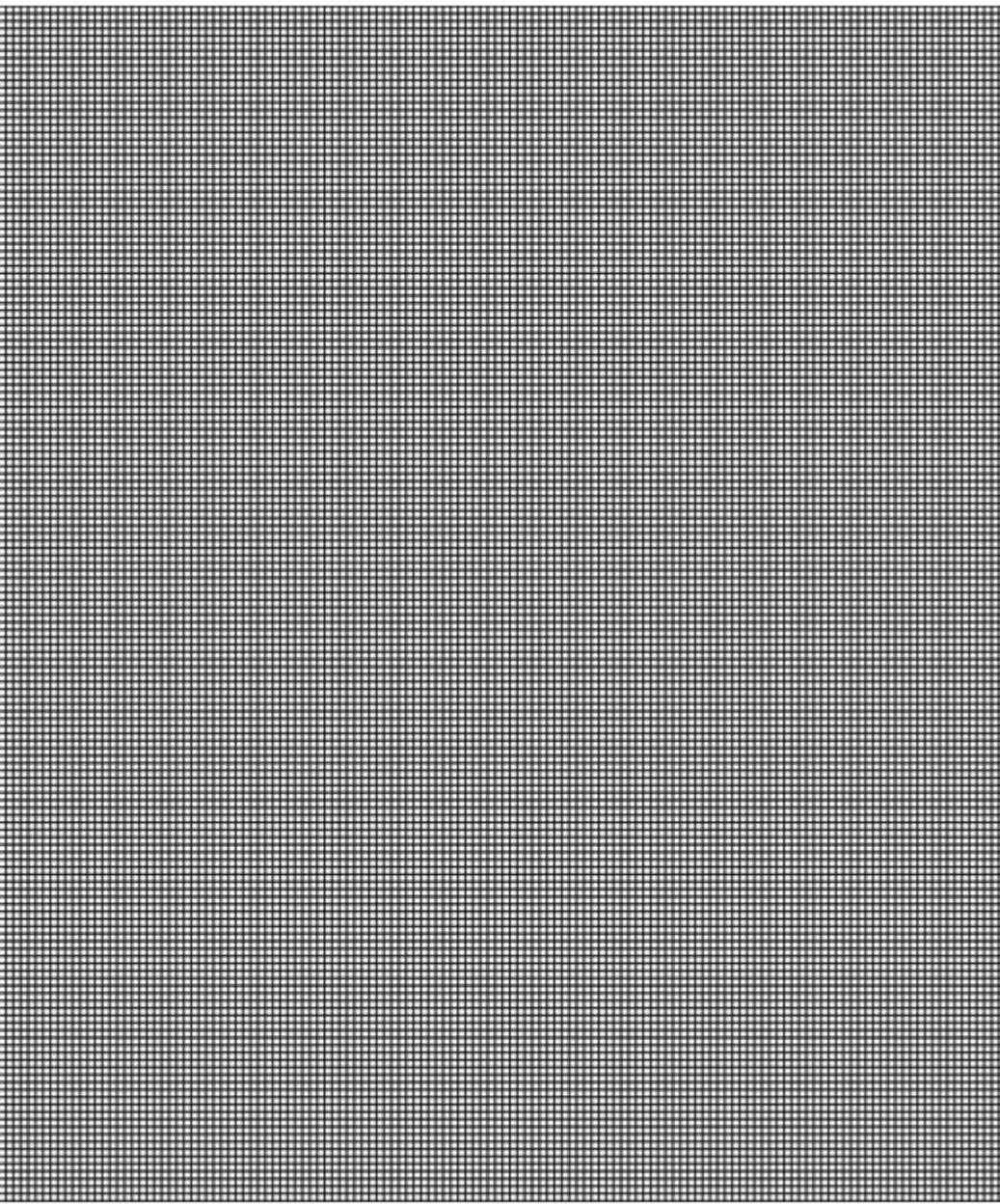
Ovisi li period matematičkog njihala o duljini niti?

Kako ćete to provjerili? Obrazložite odgovor.

Koje veličine trebate mjeriti?

Napravite mjerena za barem šest duljina niti, podatke unesite u tablicu i odredite period matematičkog njihala.

Grafički prikažite ovisnost $T - l$ i $T - \sqrt{l}$.

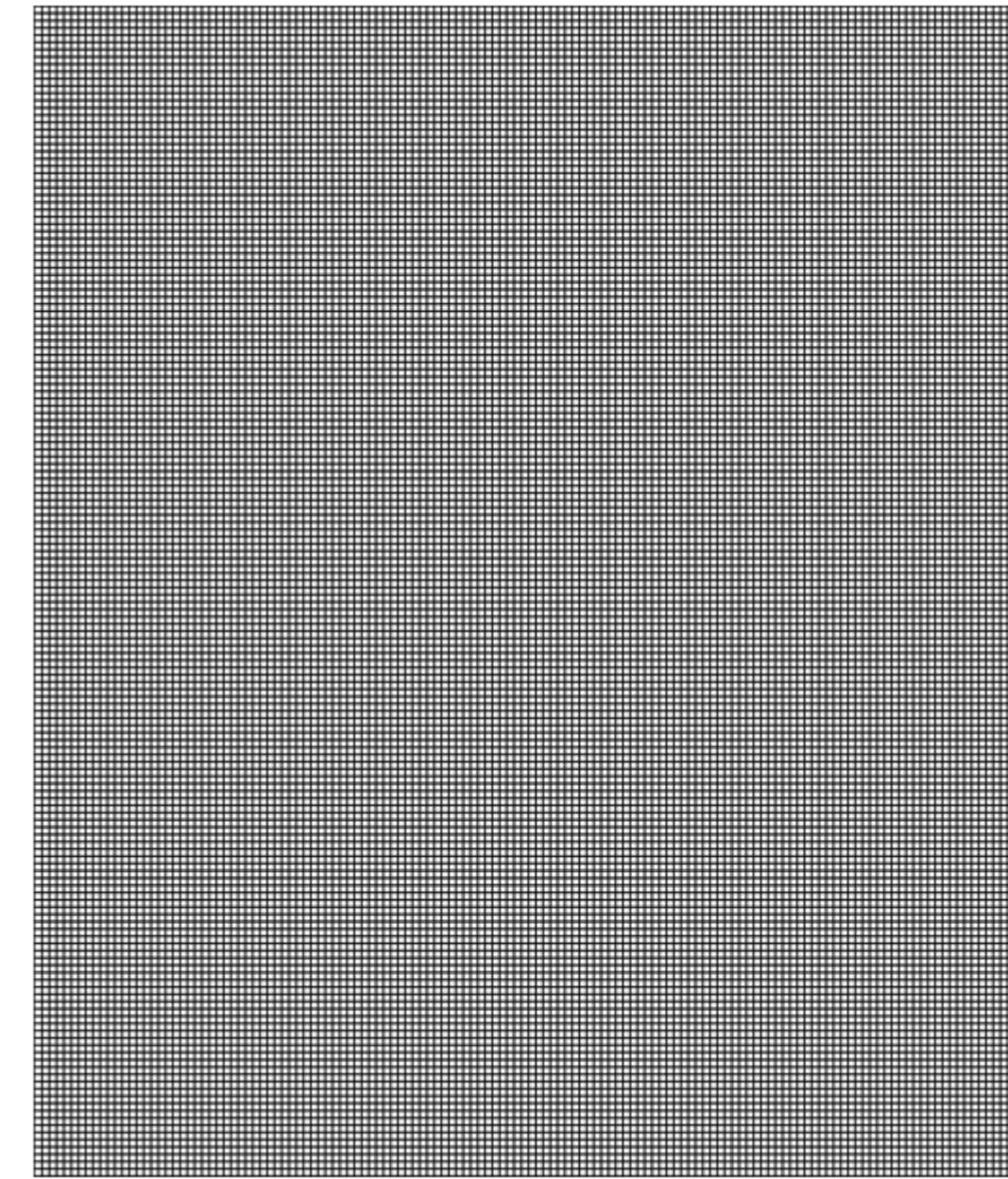


Što možete zaključiti iz dobivenih rezultata o ovisnosti perioda matematičkog njihala o duljini niti?

Izrazite matematički ovisnost perioda o duljini niti koristeći konstantu k .

$$T(l) = k \bullet \underline{\hspace{2cm}}$$

Grafički prikažite ovisnost $T - l$ i $T - \sqrt{l}$.



Što možete zaključiti iz dobivenih rezultata o ovisnosti perioda matematičkog njihala o duljini niti?

Izrazite matematički ovisnost perioda o duljini niti koristeći konstantu k .

$$T(l) = k \bullet \underline{\hspace{2cm}}$$

Za svako mjerjenje odredite vrijednosti konstante k . Izračunajte srednju vrijednost konstante k i rezultat zapiši u obliku $k = \bar{k} \pm \Delta k_{max}$.

Napišite izraz za period matematičkog njihala i uspoređujući gore dobiveni izraz odredite izraz za konstantu k . Iz dobivenog izraza i izmjerениh podataka izračunajte ubrzanje sile teže na Zemlji.

V. Zadaci

1. Izračunajte duljinu niti matematičkog njihala koji titra periodom od 1 sekunde.
2. Duljinu niti matematičkog njihala povećamo četiri puta. Kako će se promijeniti period titranja matematičkog njihala?
3. Astronaut na površini Mjeseca mjeri period matematičkog njihala duljine 30 cm. U vremenu od 35 sekundi njihalo napravi trinaest potpunih titraja. Koliko iznosi ubrzanje sile teže na Mjesecu?

Za svako mjerjenje odredite vrijednosti konstante k . Izračunajte srednju vrijednost konstante k i rezultat zapiši u obliku $k = \bar{k} \pm \Delta k_{max}$.

Napišite izraz za period matematičkog njihala i uspoređujući gore dobiveni izraz odredite izraz za konstantu k . Iz dobivenog izraza i izmjerениh podataka izračunajte ubrzanje sile teže na Zemlji.

V. Zadaci

1. Izračunajte duljinu niti matematičkog njihala koji titra periodom od 1 sekunde.
2. Duljinu niti matematičkog njihala povećamo četiri puta. Kako će se promijeniti period titranja matematičkog njihala?
3. Astronaut na površini Mjeseca mjeri period matematičkog njihala duljine 30 cm. U vremenu od 35 sekundi njihalo napravi trinaest potpunih titraja. Koliko iznosi ubrzanje sile teže na Mjesecu?

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Odbijanje svjetlosti**I. Zakon refleksije**

Istražite kako se svjetlost odbija na ravnom zrcalu.

Kao izvor svjetlosti poslužit će nam svjetiljka, a broj „zraka“ svjetlosti odabrat ćemo stavljući pločice s prorezima (1, 2, 3 ili 5 proreza – 1, 2, 3 ili 5 „zraka“).

Ispred svjetiljke s tri proresa postavite ravno zrcalo najprije okomito na smjer širenja, a zatim zakrećite zrcalo. Što opažate? Skicirajte i opišite opažanje.

Na listu papira nacrtajte ravnu crtu i postavite zrcalo okomito na tu crtu. Pomičite svjetiljku s jednim prorezom, pazeći da snop pada u točku dodira crte i zrcala.

Koji je kut upadni, a koji kut refleksije? Skicirajte.

U kakvoj su međusobnoj vezi ti kutovi?

Izmjerite 5 upadnih kuta i pripadne kute refleksije.

Što možete zaključiti iz rezultata mjerena?

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Odbijanje svjetlosti**I. Zakon refleksije**

Istražite kako se svjetlost odbija na ravnom zrcalu.

Kao izvor svjetlosti poslužit će nam svjetiljka, a broj „zraka“ svjetlosti odabrat ćemo stavljući pločice s prorezima (1, 2, 3 ili 5 proreza – 1, 2, 3 ili 5 „zraka“).

Ispred svjetiljke s tri proresa postavite ravno zrcalo najprije okomito na smjer širenja, a zatim zakrećite zrcalo. Što opažate? Skicirajte i opišite opažanje.

Na listu papira nacrtajte ravnu crtu i postavite zrcalo okomito na tu crtu. Pomičite svjetiljku s jednim prorezom, pazeći da snop pada u točku dodira crte i zrcala.

Koji je kut upadni, a koji kut refleksije? Skicirajte.

U kakvoj su međusobnoj vezi ti kutovi?

Izmjerite 5 upadnih kuta i pripadne kute refleksije.

Što možete zaključiti iz rezultata mjerena?

Promotrite refleksiju tri paralelna uska snopa svjetlosti na ravnoj aluminijskoj foliji. Foliju lagano zgužvajte i promatrajte refleksiju. Skicirajte opažanje.

Vrijedi li zakon refleksije? Obrazložite odgovor.

Opišite i skicirajte kako vidimo upaljenu svjetiljku na stropu. Naznačite smjer zraka svjetlosti.

Opišite i skicirajte kako vidimo školsku ploču. Naznačite smjer zraka svjetlosti.

II. Ravno zrcalo

Pogledajte u zrcalo. Što vidite?

Kako nastaje slika u ravnom zrcalu istražit ćemo pokusom.

Približno na sredini lista bijelog papira povucite pravac. Papir položite na plutenu podlogu i postavite ravno zrcalo tako da stoji duž nacrtanog pravca. Na udaljenosti oko 8 cm ispred zrcala zabodite vertikalno u papir pribadaču, ona će poslužiti kao predmet. Na papiru položaj pribadače označite s P.

Držite oko u razini s papirom i u smjeru u kojem vidite sliku pribadače zabodite dvije pribadače međusobno razmaknute nekoliko centimetara, tako da se obje pribadače i slika predmeta poklapaju kad ih gledate samo jednim okom. Olovkom označite položaj svake pribadače, zatim ih maknite i povežite njihove položaje pravcem. Što ste time odredili?

Nacrtajte na papiru pripadnu upadnu zraku svjetlosti. Smjer širenja zraka označite strelicama, a povezane zrake istim brojem. Ponovite postupak za još nekoliko različitih smjerova.

Odredite položaj slike predmeta. Opišite kako ste to napravili.

Promotrite refleksiju tri paralelna uska snopa svjetlosti na ravnoj aluminijskoj foliji. Foliju lagano zgužvajte i promatrajte refleksiju. Skicirajte opažanje.

Vrijedi li zakon refleksije? Obrazložite odgovor.

Opišite i skicirajte kako vidimo upaljenu svjetiljku na stropu. Naznačite smjer zraka svjetlosti.

Opišite i skicirajte kako vidimo školsku ploču. Naznačite smjer zraka svjetlosti.

II. Ravno zrcalo

Pogledajte u zrcalo. Što vidite?

Kako nastaje slika u ravnom zrcalu istražit ćemo pokusom.

Približno na sredini lista bijelog papira povucite pravac. Papir položite na plutenu podlogu i postavite ravno zrcalo tako da stoji duž nacrtanog pravca. Na udaljenosti oko 8 cm ispred zrcala zabodite vertikalno u papir pribadaču, ona će poslužiti kao predmet. Na papiru položaj pribadače označite s P.

Držite oko u razini s papirom i u smjeru u kojem vidite sliku pribadače zabodite dvije pribadače međusobno razmaknute nekoliko centimetara, tako da se obje pribadače i slika predmeta poklapaju kad ih gledate samo jednim okom. Olovkom označite položaj svake pribadače, zatim ih maknite i povežite njihove položaje pravcem. Što ste time odredili?

Nacrtajte na papiru pripadnu upadnu zraku svjetlosti. Smjer širenja zraka označite strelicama, a povezane zrake istim brojem. Ponovite postupak za još nekoliko različitih smjerova.

Odredite položaj slike predmeta. Opišite kako ste to napravili.

Navedite svojstva slike u ravnom zrcalu.

III. Zakrivljena zrcala

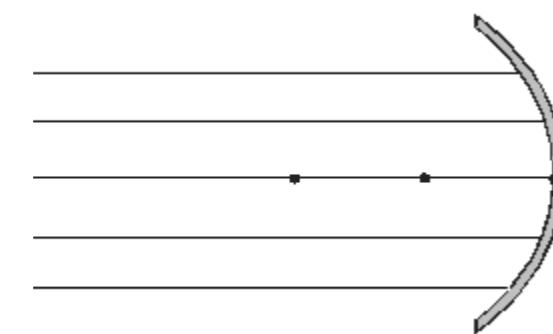
Pogledajte se u jednu i drugu stranu žlice. Opišite što vidite.

Istražite kako nastaje slika u zakriviljenim (sfernim) zrcalima. Ispred svjetiljke s tri proreza postavite zakriviljeni lim koji služi kao ispučeno, odnosno udubljeno zrcalo. Kako se sada reflektiraju „zrake“ svjetlosti?

Skicirajte što vidite za udubljeno (konkavno) zrcalo.

Skicirajte što vidite za ispučeno (konveksno) zrcalo.

Odredite gdje je žarište vašeg zrcala. Skicirajte. Označite na slici optičku os, te položaj središta zakriviljenosti zrcala (C), tjemena zrcala (T) i žarišta zrcala (F). Koji je odnos udaljenosti CT i CF?



Pomoću svjetiljke s jednim prorezom pošaljite uski snop svjetlosti kroz žarište do zrcala. Kako se reflektira ta zraka svjetlosti? Skicirajte.

Navedite svojstva slike u ravnom zrcalu.

III. Zakrivljena zrcala

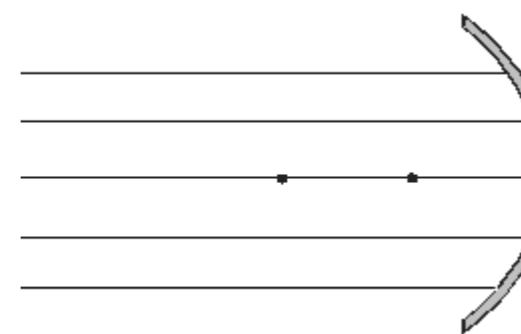
Pogledajte se u jednu i drugu stranu žlice. Opišite što vidite.

Istražite kako nastaje slika u zakriviljenim (sfernim) zrcalima. Ispred svjetiljke s tri proreza postavite zakriviljeni lim koji služi kao ispučeno, odnosno udubljeno zrcalo. Kako se sada reflektiraju „zrake“ svjetlosti?

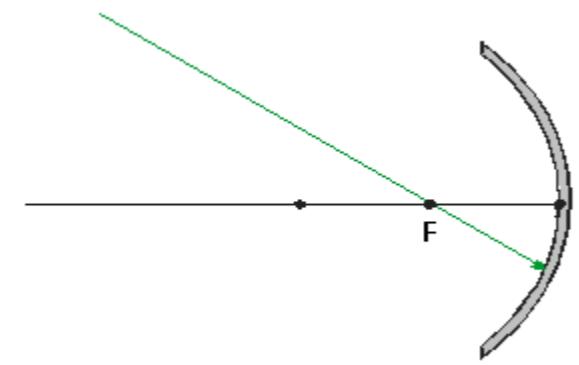
Skicirajte što vidite za udubljeno (konkavno) zrcalo.

Skicirajte što vidite za ispučeno (konveksno) zrcalo.

Odredite gdje je žarište vašeg zrcala. Skicirajte. Označite na slici optičku os, te položaj središta zakriviljenosti zrcala (C), tjemena zrcala (T) i žarišta zrcala (F). Koji je odnos udaljenosti CT i CF?



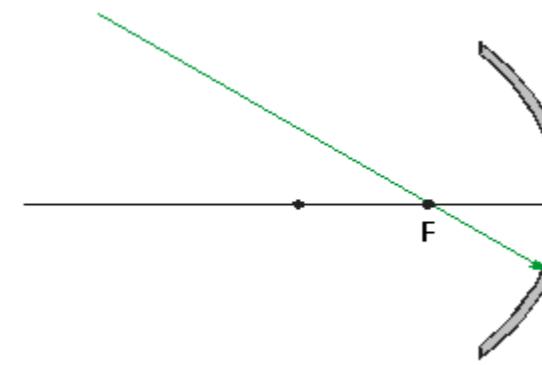
Pomoću svjetiljke s jednim prorezom pošaljite uski snop svjetlosti kroz žarište do zrcala. Kako se reflektira ta zraka svjetlosti? Skicirajte.



Pošaljite jednu zraku kroz centar zakrivljenosti zrcala. Kako se reflektira ta zraka? Skicirajte.

Pošaljite jednu zraku paralelno s optičkom osi zrcala. Kako se reflektira ta zraka? Skicirajte.

Navedite kako se reflektiraju karakteristične zrake na udubljenom (konkavnom) zrcalu.

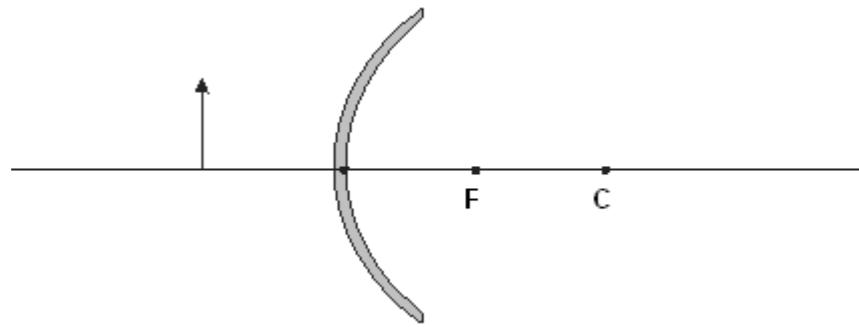


Pošaljite jednu zraku kroz centar zakrivljenosti zrcala. Kako se reflektira ta zraka? Skicirajte.

Pošaljite jednu zraku paralelno s optičkom osi zrcala. Kako se reflektira ta zraka? Skicirajte.

Navedite kako se reflektiraju karakteristične zrake na udubljenom (konkavnom) zrcalu.

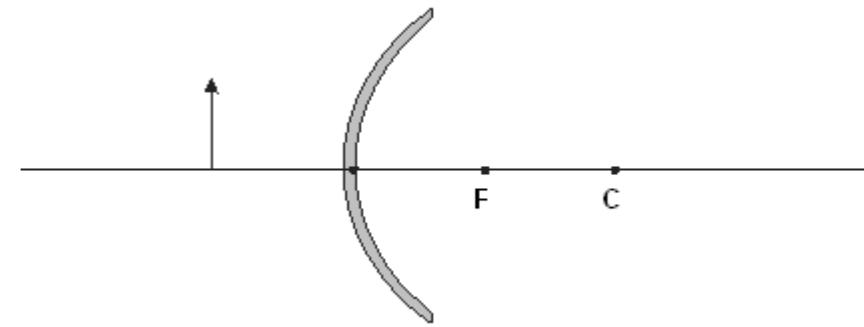
Istražite karakteristične zrake i kako nastaje slika u ispuštenom (konveksnom) zrcalu. Konstruirajte sliku.



Navedite kako se reflektiraju karakteristične zrake u konveksnom zrcalu.

Navedite svojstva slike u konveksnom zrcalu.

Istražite karakteristične zrake i kako nastaje slika u ispuštenom (konveksnom) zrcalu. Konstruirajte sliku.

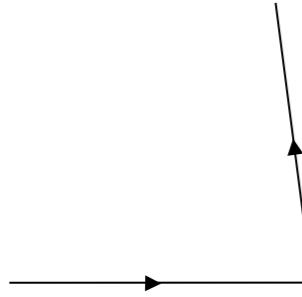


Navedite kako se reflektiraju karakteristične zrake u konveksnom zrcalu.

Navedite svojstva slike u konveksnom zrcalu.

IV. Zadatak

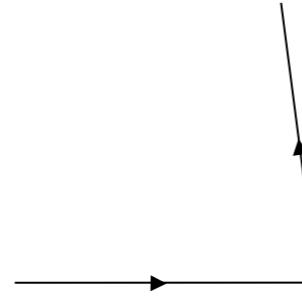
Na slici je put zrake svjetlosti. Ucrtajte položaj ravnog zrcala.



Pokusom provjerite svoje rješenje.

IV. Zadatak

Na slici je put zrake svjetlosti. Ucrtajte položaj ravnog zrcala.



Pokusom provjerite svoje rješenje.

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Lom svjetlosti**I. Ravna pločica**

Uskim snopom svjetlosti obasajte ravnu plastičnu pločicu tako da svjetlost upada okomito na nju. Što opažate? Skicirajte put svjetlosti.

Usmjerite snop svjetlosti pod nekim drugim kutom. Što opažate? Skicirajte put svjetlosti.

U kakvom su odnosu kut pod kojim svjetlost upada na staklo i pod kojim izlazi?

Zašto snop svjetlosti mijenja smjer kada uđe u plastiku?

Na koji način možete odrediti indeks loma plastike od koje je napravljena pločica?

Izvedite 5 mjerena i odredite indeks loma plastike. Provedite račun pogreške.

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Lom svjetlosti**I. Ravna pločica**

Uskim snopom svjetlosti obasajte ravnu plastičnu pločicu tako da svjetlost upada okomito na nju. Što opažate? Skicirajte put svjetlosti.

Usmjerite snop svjetlosti pod nekim drugim kutom. Što opažate? Skicirajte put svjetlosti.

U kakvom su odnosu kut pod kojim svjetlost upada na staklo i pod kojim izlazi?

Zašto snop svjetlosti mijenja smjer kada uđe u plastiku?

Na koji način možete odrediti indeks loma plastike od koje je napravljena pločica?

Izvedite 5 mjerena i odredite indeks loma plastike. Provedite račun pogreške.

II. Polukružna pločica

Uskim snopom svjetlosti obasajte plastičnu polukružnu pločicu tako da svjetlost ne upada okomito na ravni dio pločice. Što opažate? Skicirajte put svjetlosti.

Usmjerite snop svjetlosti na ravni dio pločice tako da svjetlost na njega upada okomito. Što opažate? Skicirajte put svjetlosti.

Kako trebate usmjeriti snop svjetlosti da se lom dogodi na ulazu u pločicu ali ne i na izlazu? Skicirajte tu situaciju.

Zašto se svjetlost ne lomi na izlazu iz pločice?

Na koji način možete odrediti indeks loma plastike od koje je napravljena pločica?

Izvedite 5 mjerena i odredite indeks loma plastike. Provedite račun pogreške.

II. Polukružna pločica

Uskim snopom svjetlosti obasajte plastičnu polukružnu pločicu tako da svjetlost ne upada okomito na ravni dio pločice. Što opažate? Skicirajte put svjetlosti.

Usmjerite snop svjetlosti na ravni dio pločice tako da svjetlost na njega upada okomito. Što opažate? Skicirajte put svjetlosti.

Kako trebate usmjeriti snop svjetlosti da se lom dogodi na ulazu u pločicu ali ne i na izlazu? Skicirajte tu situaciju.

Zašto se svjetlost ne lomi na izlazu iz pločice?

Na koji način možete odrediti indeks loma plastike od koje je napravljena pločica?

Izvedite 5 mjerena i odredite indeks loma plastike. Provedite račun pogreške.



I ravna i polukružna pločica napravljene su od istog materijala. Usporedite dobivene vrijednosti indeksa loma. Možete li reći da ste dobili isti rezultat?

Usmjerite snop svjetlosti na zakriviljeni dio polukružne ploče tako da svjetlost na njega upada okomito. Što opažate? Skicirajte put svjetlosti.

Mijenjajte kut u odnosu na ravni dio ploče. Što opažate? Kako se zove ta pojava? Skicirajte i obrazložite.

III. Leće

Obasajte konvergentnu leću s pet uskih snopova svjetlosti, te promatrajte kako se svjetlost širi kroz leću. Odredite žarišnu duljinu leće.

Obasajte leću samo jednim uskim snopom svjetlosti i istražite lom karakterističnih zraka u konvergentnoj leći. Skicirajte.



I ravna i polukružna pločica napravljene su od istog materijala. Usporedite dobivene vrijednosti indeksa loma. Možete li reći da ste dobili isti rezultat?

Usmjerite snop svjetlosti na zakriviljeni dio polukružne ploče tako da svjetlost na njega upada okomito. Što opažate? Skicirajte put svjetlosti.

Mijenjajte kut u odnosu na ravni dio ploče. Što opažate? Kako se zove ta pojava? Skicirajte i obrazložite.

III. Leće

Obasajte konvergentnu leću s pet uskih snopova svjetlosti, te promatrajte kako se svjetlost širi kroz leću. Odredite žarišnu duljinu leće.

Obasajte leću samo jednim uskim snopom svjetlosti i istražite lom karakterističnih zraka u konvergentnoj leći. Skicirajte.

PROJEKT GIMNAZIJA 100 +

Obasajte divergentnu leću s pet uskih snopova svjetlosti, te promatrajte kako se svjetlost širi kroz leću. Odredite žarišnu duljinu leće.

Obasajte leću samo jednim uskim snopom svjetlosti i istražite lom karakterističnih zraka u divergentnoj leći. Skicirajte.

Koristeći upaljenu svijeću kao predmet, konvergentnu leću i zastor istražite kakvu sliku daje leća za različite udaljenosti predmeta od leće. Navedite sve moguće slučajeve.

Možete li vidjeti virtualnu sliku? Obrazložite odgovor.

Na koji način možete odrediti jakost leće pomoću tog pribora?

Izvedite 5 mjerena i odredite jakost leće. Provedite račun pogreške.

PROJEKT GIMNAZIJA 100 +

Obasajte divergentnu leću s pet uskih snopova svjetlosti, te promatrajte kako se svjetlost širi kroz leću. Odredite žarišnu duljinu leće.

Obasajte leću samo jednim uskim snopom svjetlosti i istražite lom karakterističnih zraka u divergentnoj leći. Skicirajte.

Koristeći upaljenu svijeću kao predmet, konvergentnu leću i zastor istražite kakvu sliku daje leća za različite udaljenosti predmeta od leće. Navedite sve moguće slučajeve.

Možete li vidjeti virtualnu sliku? Obrazložite odgovor.

Na koji način možete odrediti jakost leće pomoću tog pribora?

Izvedite 5 mjerena i odredite jakost leće. Provedite račun pogreške.

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Valna optika

I. Ogib svjetlosti na pukotini

Kao pukotina kroz koju ćete promatrati ogib, poslužit će uski razmak između dva kraka na pomičnoj mjerici. Širina te pukotine može se odrediti izravnim očitanjem.

Pomičnu mjerku učvrstite na željezni stalak i kroz nju promatrajte ravnu nit automobilske žarulje. Žarulja treba biti udaljena od pukotine barem 2 m da bi snop koji dolazi na pukotinu bio približno paralelan.



Namjestite pukotinu široku 0.1 mm tako da svjetlost dolazi na nju okomito (difrakcijska slika je u tom slučaju simetrična).

Promatrajte nastalu ogibnu sliku. Kakva je priroda slike koju vidite? Obrazložite odgovor.

Mijenjajte širinu pukotine od 0.1 do 0.3 mm. Kako se pri tome mijenja ogibna slika?

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Valna optika

I. Ogib svjetlosti na pukotini

Kao pukotina kroz koju ćete promatrati ogib, poslužit će uski razmak između dva kraka na pomičnoj mjerici. Širina te pukotine može se odrediti izravnim očitanjem.

Pomičnu mjerku učvrstite na željezni stalak i kroz nju promatrajte ravnu nit automobilske žarulje. Žarulja treba biti udaljena od pukotine barem 2 m da bi snop koji dolazi na pukotinu bio približno paralelan.



Namjestite pukotinu široku 0.1 mm tako da svjetlost dolazi na nju okomito (difrakcijska slika je u tom slučaju simetrična).

Promatrajte nastalu ogibnu sliku. Kakva je priroda slike koju vidite? Obrazložite odgovor.

Mijenjajte širinu pukotine od 0.1 do 0.3 mm. Kako se pri tome mijenja ogibna slika?

II. Optička rešetka

Opišite što je optička rešetka.

Kako se određuje konstanta optičke rešetke?

Napišite izraze za konstruktivnu i destruktivnu interferenciju kada svjetlost prolazi kroz optičku rešetku. Nacrtajte odgovarajuću skicu.

Objasnite kako ovisi kut otklona konstruktivne interferencije i položaj konstruktivne interferencije o valnoj duljini upadne svjetlosti. Što se događa kada na optičku rešetku upada bijela svjetlost?

III. Mjerenje graničnih vrijednosti valnih duljina vidljive svjetlosti

Promatrazite kroz optičku rešetku ravnu nit automobilske žarulje udaljenu najmanje 2 m. Opišite što vidite.

Koliko ogibnih slika izvora jasno vidite sa svake strane centralne slike?

Kakva je priroda slike koju vidite?

Obrazložite kako nastaje ta slika koju vidite.

Držite optičku rešetku ispred oka pa se približavajte izvoru i zatim odmičite od njega. Kako to utječe na ogibne slike koje promatrate? Zašto?

II. Optička rešetka

Opišite što je optička rešetka.

Kako se određuje konstanta optičke rešetke?

Napišite izraze za konstruktivnu i destruktivnu interferenciju kada svjetlost prolazi kroz optičku rešetku. Nacrtajte odgovarajuću skicu.

Objasnite kako ovisi kut otklona konstruktivne interferencije i položaj konstruktivne interferencije o valnoj duljini upadne svjetlosti. Što se događa kada na optičku rešetku upada bijela svjetlost?

III. Mjerenje graničnih vrijednosti valnih duljina vidljive svjetlosti

Promatrazite kroz optičku rešetku ravnu nit automobilske žarulje udaljenu najmanje 2 m. Opišite što vidite.

Koliko ogibnih slika izvora jasno vidite sa svake strane centralne slike?

Kakva je priroda slike koju vidite?

Obrazložite kako nastaje ta slika koju vidite.

Držite optičku rešetku ispred oka pa se približavajte izvoru i zatim odmičite od njega. Kako to utječe na ogibne slike koje promatrate? Zašto?

Uzmite optičku rešetku s manjom konstantom d i promatrazte nit automobilske žarulje. Ima li promjena u ogibnim slikama? Protumačite opažanje.

Da biste odredili granice spektralne osjetljivosti oka, koristite uređaj za mjerjenje valne duljine svjetlosti prikazan na slici. Pukotinu na zastoru usmjerite prema izvoru svjetlosti, a kroz optičku rešetku promatrazte ogibnu sliku na zastoru uređaja. Trebate odrediti valnu duljinu crvene i ljubičaste svjetlosti.



Postavite zastor tako da vidite jasnu sliku kontinuiranog spektra. Izmjerite položaj ogibnih maksimuma prvog reda za crvenu svjetlost s jedne i s druge strane centralne slike.

Ponovite mjerjenja za ogibne maksimume drugog reda za crvenu svjetlost. Ponovite ta mjerjenja i za ljubičastu svjetlost.

Podatke unesite u tablicu i odredite valnu duljinu crvene i ljubičaste svjetlosti s pripadajućim pogreškama.

Boja	k	x/mm	l/mm	λ/nm
cr_{1l}	1			
cr_{1d}	1			
cr_{2l}	2			
cr_{2d}	2			
lj_{1l}	1			
lj_{1d}	1			
lj_{2l}	2			
lj_{2d}	2			

$$\lambda_{cr} =$$

$$\lambda_{lj} =$$

Uzmite optičku rešetku s manjom konstantom d i promatrazte nit automobilske žarulje. Ima li promjena u ogibnim slikama? Protumačite opažanje.

Da biste odredili granice spektralne osjetljivosti oka, koristite uređaj za mjerjenje valne duljine svjetlosti prikazan na slici. Pukotinu na zastoru usmjerite prema izvoru svjetlosti, a kroz optičku rešetku promatrazte ogibnu sliku na zastoru uređaja. Trebate odrediti valnu duljinu crvene i ljubičaste svjetlosti.



Postavite zastor tako da vidite jasnu sliku kontinuiranog spektra. Izmjerite položaj ogibnih maksimuma prvog reda za crvenu svjetlost s jedne i s druge strane centralne slike.

Ponovite mjerjenja za ogibne maksimume drugog reda za crvenu svjetlost. Ponovite ta mjerjenja i za ljubičastu svjetlost.

Podatke unesite u tablicu i odredite valnu duljinu crvene i ljubičaste svjetlosti s pripadajućim pogreškama.

Boja	k	x/mm	l/mm	λ/nm
cr_{1l}	1			
cr_{1d}	1			
cr_{2l}	2			
cr_{2d}	2			
lj_{1l}	1			
lj_{1d}	1			
lj_{2l}	2			
lj_{2d}	2			

$$\lambda_{cr} =$$

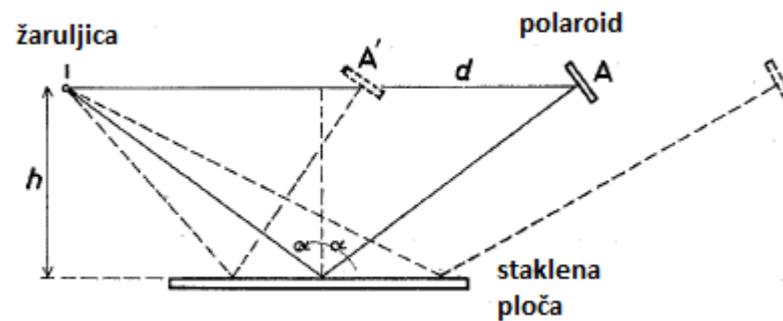
$$\lambda_{lj} =$$

Usporedite dobivene vrijednosti s tabličnim vrijednostima.

Komentirajte dobivene rezultate.

IV. Određivanje indeksa loma pomoću polarizacije

Svetlost se djelomično polarizira prilikom refleksije. Kad je reflektirana zraka potpuno polarizirana? Napišite Brewsterov zakon. Skicirajte.



Pribor postavite kao što je prikazano na slici. Izvor svjetlosti I (žaruljicu) treba postaviti 30 cm iznad površine stola. Analizator-polaroid u nosaču namjestite tako da sredina analizatora bude na istoj visini i u istoj ravnini s izvorom. Ispod staklene ploče postavite crnu tkaninu da što bolje vidite reflektiranu svjetlost.

Stalak s polaroidom približite staklenoj ploči u položaj A'. Kroz polaroid promatrazite sliku žaruljice nastalu refleksijom na staklenoj ploči. Zakrećite polaroid oko reflektirane zrake sve dok jakost reflektirane svjetlosti ne bude minimalna.

Kad ste to postigli, odmičite stalak s polaroidom od staklene ploče sve do položaja A, u kojem je slika žarulje gotovo ugašena. Da biste se uvjerili da je to doista položaj minimuma, pomičite polaroid između položaja A' i A'' dok ne nađete položaj A u kojem je reflektirana svjetlost (slika žaruljice) najmanjeg intenziteta.

Čemu je u tom slučaju jednak upadni kut?

Izmjerite za taj položaj analizatora udaljenost d polaroida od žaruljice i visinu h.

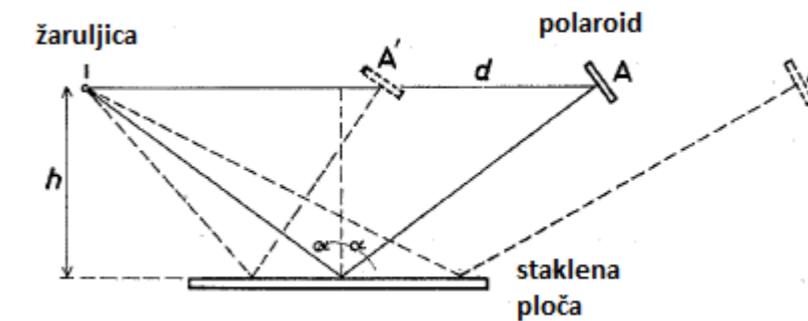
Kako ćete pomoći tih vrijednosti izračunati indeks loma stakla?

Usporedite dobivene vrijednosti s tabličnim vrijednostima.

Komentirajte dobivene rezultate.

IV. Određivanje indeksa loma pomoću polarizacije

Svetlost se djelomično polarizira prilikom refleksije. Kad je reflektirana zraka potpuno polarizirana? Napišite Brewsterov zakon. Skicirajte.



Pribor postavite kao što je prikazano na slici. Izvor svjetlosti I (žaruljicu) treba postaviti 30 cm iznad površine stola. Analizator-polaroid u nosaču namjestite tako da sredina analizatora bude na istoj visini i u istoj ravnini s izvorom. Ispod staklene ploče postavite crnu tkaninu da što bolje vidite reflektiranu svjetlost.

Stalak s polaroidom približite staklenoj ploči u položaj A'. Kroz polaroid promatrazite sliku žaruljice nastalu refleksijom na staklenoj ploči. Zakrećite polaroid oko reflektirane zrake sve dok jakost reflektirane svjetlosti ne bude minimalna.

Kad ste to postigli, odmičite stalak s polaroidom od staklene ploče sve do položaja A, u kojem je slika žarulje gotovo ugašena. Da biste se uvjerili da je to doista položaj minimuma, pomičite polaroid između položaja A' i A'' dok ne nađete položaj A u kojem je reflektirana svjetlost (slika žaruljice) najmanjeg intenziteta.

Čemu je u tom slučaju jednak upadni kut?

Izmjerite za taj položaj analizatora udaljenost d polaroida od žaruljice i visinu h.

Kako ćete pomoći tih vrijednosti izračunati indeks loma stakla?

Napravite pet mjerena za različite visine žaruljice.

h/cm	d/cm	n

Odredite indeks loma stakla s odgovarajućom pogreškom.

Napravite pet mjerena za različite visine žaruljice.

h/cm	d/cm	n

Odredite indeks loma stakla s odgovarajućom pogreškom.

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Zračenje crnog tijela

I. Pokus s tkaninama različitih boja

Iz iskustva znamo da je ljeti bolje nositi svjetliju odjeću. Zašto?

Kako bismo to mogli provjeriti? Skicirajte i opišite tijek pokusa.

Na što treba paziti tijekom izvođenja pokusa?

Izvedite pokus i napišite mjerena.

Komentirajte dobivene rezultate. Jesu li u skladu s vašom prepostavkom?

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Zračenje crnog tijela

I. Pokus s tkaninama različitih boja

Iz iskustva znamo da je ljeti bolje nositi svjetliju odjeću. Zašto?

Kako bismo to mogli provjeriti? Skicirajte i opišite tijek pokusa.

Na što treba paziti tijekom izvođenja pokusa?

Izvedite pokus i napišite mjerena.

Komentirajte dobivene rezultate. Jesu li u skladu s vašom prepostavkom?

II. Kako tijela zrače?

Bavit će se zračenjem crnih tijela, a slično zrače sva tijela uz dodatni faktor koji govori o tome da tijelo nije crno, tj. da jedan dio energije i reflektira.

O čemu ovisi zračenje crnog tijela?

Skicirajte intenzitet zračenja u ovisnosti o valnoj duljini.

Na računalu pokrenite PhET simulaciju „Zračenje crnog tijela“. Istražite koji se parametri mogu mijenjati.

1. Što predstavljaju „dugine boje“? U kojem dijelu elektromagnetskog spektra se emitira najviše zračenja?

2. Kako biste iz grafa odredili ukupnu emitiranu snagu?

3. Emitira li se ikakvo zračenje na temperaturi od 300 K? Čemu odgovara ta temperatura (koliko iznosi 300 K u Celzijevim stupnjevima)?

II. Kako tijela zrače?

Bavit će se zračenjem crnih tijela, a slično zrače sva tijela uz dodatni faktor koji govori o tome da tijelo nije crno, tj. da jedan dio energije i reflektira.

O čemu ovisi zračenje crnog tijela?

Skicirajte intenzitet zračenja u ovisnosti o valnoj duljini.

Na računalu pokrenite PhET simulaciju „Zračenje crnog tijela“. Istražite koji se parametri mogu mijenjati.

1. Što predstavljaju „dugine boje“? U kojem dijelu elektromagnetskog spektra se emitira najviše zračenja?

2. Kako biste iz grafa odredili ukupnu emitiranu snagu?

3. Emitira li se ikakvo zračenje na temperaturi od 300 K? Čemu odgovara ta temperatura (koliko iznosi 300 K u Celzijevim stupnjevima)?

4. Istražite kako se mijenja spektar s promjenom temperature. Koje su karakteristične točke na krivulji koju ste dobili?

Postoji li neka veza između temperature i valne duljine na kojoj je maksimalni intenzitet zračenja (vršne vrijednosti valne duljine)?

Očitajte vršnu vrijednost valne duljine za nekoliko vrijednosti temperature.

Što uočavate? U kakvoj su ovisnosti te dvije veličine.

Zapišite matematički ovisnost te dvije veličine.

Koliko iznosi konstanta?

To je Wienov zakon.

5. Temperatura na površini zvijezde ovisi o vrsti zvijezde i o njenoj starosti. Kako biste iz spektra kojeg emitira zvijezda odredili temperaturu na njenoj površini?

6. Žarulja s volframovom niti svjetli na 2500°C .

a) Na kojoj se valnoj duljini emitira najviše snage?

b) Objasnite zašto uporaba žarulje s volframovom niti nije energetski povoljna?

4. Istražite kako se mijenja spektar s promjenom temperature. Koje su karakteristične točke na krivulji koju ste dobili?

Postoji li neka veza između temperature i valne duljine na kojoj je maksimalni intenzitet zračenja (vršne vrijednosti valne duljine)?

Očitajte vršnu vrijednost valne duljine za nekoliko vrijednosti temperature.

Što uočavate? U kakvoj su ovisnosti te dvije veličine.

Zapišite matematički ovisnost te dvije veličine.

Koliko iznosi konstanta?

To je Wienov zakon.

5. Temperatura na površini zvijezde ovisi o vrsti zvijezde i o njenoj starosti. Kako biste iz spektra kojeg emitira zvijezda odredili temperaturu na njenoj površini?

6. Žarulja s volframovom niti svjetli na 2500°C .

a) Na kojoj se valnoj duljini emitira najviše snage?

b) Objasnite zašto uporaba žarulje s volframovom niti nije energetski povoljna?

7. a) Odredite približno omjer snage emitirane na 500 nm na temperaturama 2500°C i 2000°C .

b) U pitanju 6. odredili ste na kojoj valnoj duljini volframova nit u žarulji na 2500°C emitira najviše snage. Na kojoj valnoj duljini volframova nit u žarulji na 2000°C emitira najviše snage?

III. Zadaci

1. Snaga zračenja absolutno crnog tijela temperature 273°C iznosi 1600 W. Kolika je snaga zračenja toga tijela na temperaturi 0°C ?

- a) 0 W
- b) 100 W
- c) 200 W
- d) 800 W.

2. Kojoj valnoj duljini pripada najveća energija zračenja absolutno crnog tijela koje ima temperaturu jednaku temperaturi ljudskog tijela, tj. 37°C ?

7. a) Odredite približno omjer snage emitirane na 500 nm na temperaturama 2500°C i 2000°C .

b) U pitanju 6. odredili ste na kojoj valnoj duljini volframova nit u žarulji na 2500°C emitira najviše snage. Na kojoj valnoj duljini volframova nit u žarulji na 2000°C emitira najviše snage?

III. Zadaci

1. Snaga zračenja absolutno crnog tijela temperature 273°C iznosi 1600 W. Kolika je snaga zračenja toga tijela na temperaturi 0°C ?

- a) 0 W
- b) 100 W
- c) 200 W
- d) 800 W.

2. Kojoj valnoj duljini pripada najveća energija zračenja absolutno crnog tijela koje ima temperaturu jednaku temperaturi ljudskog tijela, tj. 37°C ?

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Fotoelektrični efekt

Na računalu pokrenite PhET simulaciju „Fotoelektrični efekt“. Istražite koji se parametri mogu mijenjati.

Napon baterije postavite na 0 V. Kako možete postići izbijanje elektrona iz ploče? Kako nazivamo taj efekt?

I. Kako frekvencija svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt?

Istražite kako frekvencija svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt. Na što trebate paziti tijekom izvođenja pokusa?

Kako možete povećavati frekvenciju svjetlosti?

Što se događa kad povećavate frekvenciju upadne svjetlosti?

Za koju frekvenciju se počinju izbijati elektroni iz metalne ploče?

Što se događa kad dalje povećavamo frekvenciju svjetlosti?

Kako se zove frekvencija kod koje se počinju izbijati elektroni?

Promijenite vrstu metala i ponovite pokus. Što uočavate?

Jesu li se elektroni počeli izbijati na istoj frekvenciji kao i prije?

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Fotoelektrični efekt

Na računalu pokrenite PhET simulaciju „Fotoelektrični efekt“. Istražite koji se parametri mogu mijenjati.

Napon baterije postavite na 0 V. Kako možete postići izbijanje elektrona iz ploče? Kako nazivamo taj efekt?

I. Kako frekvencija svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt?

Istražite kako frekvencija svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt. Na što trebate paziti tijekom izvođenja pokusa?

Kako možete povećavati frekvenciju svjetlosti?

Što se događa kad povećavate frekvenciju upadne svjetlosti?

Za koju frekvenciju se počinju izbijati elektroni iz metalne ploče?

Što se događa kad dalje povećavamo frekvenciju svjetlosti?

Kako se zove frekvencija kod koje se počinju izbijati elektroni?

Promijenite vrstu metala i ponovite pokus. Što uočavate?

Jesu li se elektroni počeli izbijati na istoj frekvenciji kao i prije?

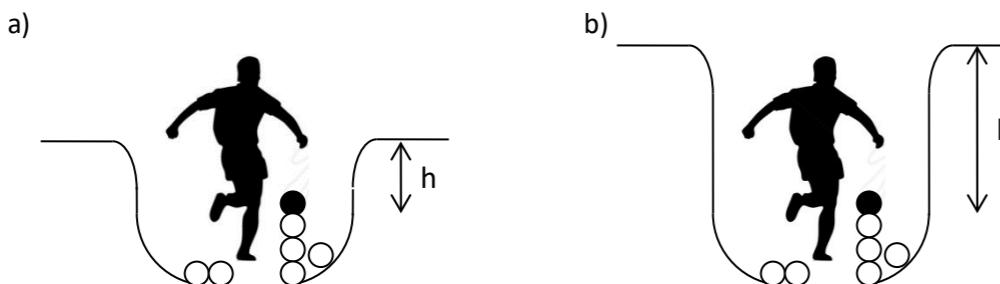
Je li granična frekvencija ista za sve materijale?

Ovisi li kinetička energija izbijenih elektrona o frekvenciji svjetlosti?

Pomoću simulacije nacrtajte graf ovisnosti energije elektrona o frekvenciji svjetlosti (koristite ploču od Na kao na početku). Skicirajte dobiveni graf ovdje.

Komentirajte dobivene rezultate. Jesu li u skladu s vašom pretpostavkom?

Rezultati sličnih pokusa se nisu slagali s klasičnom fizikom gdje se svjetlost promatra kao val. Einstein je uspio objasniti dobivene rezultate uz pretpostavku da se svjetlost sastoji od paketića (kvanata) energije koji se zovu fotoni. Energija fotona je $E = hf$, gdje je h Planckova konstanta koja iznosi $6,626 \cdot 10^{-34}$ Js.



Promotrite nogometuša koji ispučava lopte iz jame. Najviša lopta koju udara nogometuš (označena crnom bojom) se nalazi na dubini h .

U kojem će od gornjih slučajeva nogometušu biti lakše izbaciti crnu loptu iz jame?

Kolika je najmanja energija udarca potrebna da ta lopta izađe iz jame?

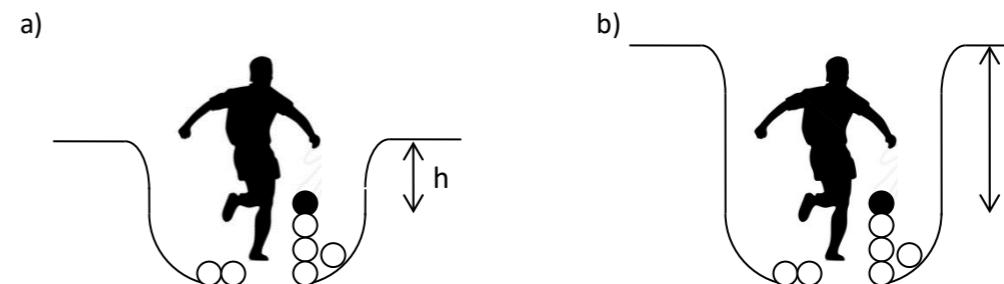
Je li granična frekvencija ista za sve materijale?

Ovisi li kinetička energija izbijenih elektrona o frekvenciji svjetlosti?

Pomoću simulacije nacrtajte graf ovisnosti energije elektrona o frekvenciji svjetlosti (koristite ploču od Na kao na početku). Skicirajte dobiveni graf ovdje.

Komentirajte dobivene rezultate. Jesu li u skladu s vašom pretpostavkom?

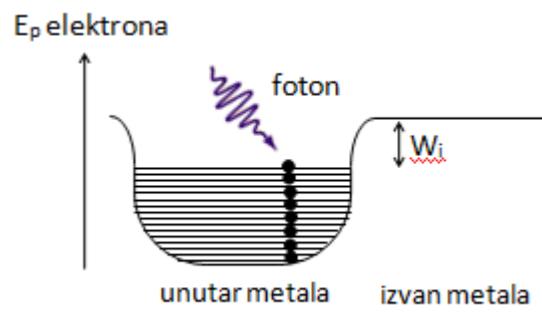
Rezultati sličnih pokusa se nisu slagali s klasičnom fizikom gdje se svjetlost promatra kao val. Einstein je uspio objasniti dobivene rezultate uz pretpostavku da se svjetlost sastoji od paketića (kvanata) energije koji se zovu fotoni. Energija fotona je $E = hf$, gdje je h Planckova konstanta koja iznosi $6,626 \cdot 10^{-34}$ Js.



Promotrite nogometuša koji ispučava lopte iz jame. Najviša lopta koju udara nogometuš (označena crnom bojom) se nalazi na dubini h .

U kojem će od gornjih slučajeva nogometušu biti lakše izbaciti crnu loptu iz jame?

Kolika je najmanja energija udarca potrebna da ta lopta izađe iz jame?



Primijenite analogiju s udaranjem lopte na fotoelektrični efekt. Elektroni u metalu se nalaze u potencijalnoj jami. Kada osvijetlimo površinu metala, elektroni apsorbiraju fotone i pri tome im se povećava energija za hf .

Kolika je najmanja energija fotona potrebna da elektron izađe iz metala?

Tu energiju zovemo **izlazni rad**.

Izlazni rad za natrij 2.27 eV. Izračunajte graničnu frekvenciju pri kojoj se događa fotoelektrični efekt.

Slaže li se dobivena vrijednost s vrijednosti koju ste ranije dobili?

Što će se dogoditi ako je energija ulaznog fotona veća od te granične energije koju zovemo izlazni rad?

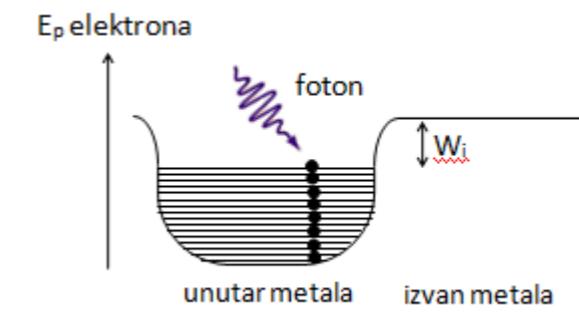
Kolika je kinetička energija elektrona u tom slučaju?

Promotrite dobiveni $E-f$ graf i povežite s gornjom jednadžbom.

Koliki je nagib pravca?

Čemu odgovara odsječak na osi ordinata?

Čemu odgovara granična frekvencija?



Primijenite analogiju s udaranjem lopte na fotoelektrični efekt. Elektroni u metalu se nalaze u potencijalnoj jami. Kada osvijetlimo površinu metala, elektroni apsorbiraju fotone i pri tome im se povećava energija za hf .

Kolika je najmanja energija fotona potrebna da elektron izađe iz metala?

Tu energiju zovemo **izlazni rad**.

Izlazni rad za natrij 2.27 eV. Izračunajte graničnu frekvenciju pri kojoj se događa fotoelektrični efekt.

Slaže li se dobivena vrijednost s vrijednosti koju ste ranije dobili?

Što će se dogoditi ako je energija ulaznog fotona veća od te granične energije koju zovemo izlazni rad?

Kolika je kinetička energija elektrona u tom slučaju?

Promotrite dobiveni $E-f$ graf i povežite s gornjom jednadžbom.

Koliki je nagib pravca?

Čemu odgovara odsječak na osi ordinata?

Čemu odgovara granična frekvencija?

II. Zaustavni napon

Promotrite kako se gibaju elektroni od jedne ploče do druge.

Kakvu energiju imaju elektroni kada napuste metalnu ploču? Mijenja li se energija elektrona dok idu prema drugoj ploči? Objasnite odgovor.

Kako se elektroni gibaju ako povećamo napon baterije? Objasnite odgovor.

Kako se elektroni gibaju ako promjenimo polaritet baterije? Objasnite odgovor.

Mijenja li se sada energija elektrona dok idu prema drugoj ploči? Objasnite odgovor.

Koliki mora biti najmanji negativni napon na bateriji koji će zaustaviti elektrone tako da ne mogu doći s jedne ploče na drugu?

Taj se napon zove **zaustavni napon**.

Pomoću zaustavnog napona se mjeri kinetička energija izbijenih elektrona. Napišite izraz koji povezuje kinetičku energiju izbijenih elektrona i zaustavni napon.

III. Kako intenzitet svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt?

Istražite kako intenzitet svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt. Na što trebate paziti tijekom izvođenja pokusa?

Ako je frekvencija upadne svjetlosti ispod granične vrijednosti, kako intenzitet svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt?

Kako tumačite rezultate pokusa?

II. Zaustavni napon

Promotrite kako se gibaju elektroni od jedne ploče do druge.

Kakvu energiju imaju elektroni kada napuste metalnu ploču? Mijenja li se energija elektrona dok idu prema drugoj ploči? Objasnite odgovor.

Kako se elektroni gibaju ako povećamo napon baterije? Objasnite odgovor.

Kako se elektroni gibaju ako promjenimo polaritet baterije? Objasnite odgovor.

Mijenja li se sada energija elektrona dok idu prema drugoj ploči? Objasnite odgovor.

Koliki mora biti najmanji negativni napon na bateriji koji će zaustaviti elektrone tako da ne mogu doći s jedne ploče na drugu?

Taj se napon zove **zaustavni napon**.

Pomoću zaustavnog napona se mjeri kinetička energija izbijenih elektrona. Napišite izraz koji povezuje kinetičku energiju izbijenih elektrona i zaustavni napon.

III. Kako intenzitet svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt?

Istražite kako intenzitet svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt. Na što trebate paziti tijekom izvođenja pokusa?

Ako je frekvencija upadne svjetlosti ispod granične vrijednosti, kako intenzitet svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt?

Kako tumačite rezultate pokusa?

Ako je frekvencija upadne svjetlosti iznad granične vrijednosti, kako intenzitet svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt?

Ovisi li struja o intenzitetu upadne svjetlosti?

Kako tumačite rezultate pokusa?

Ako je frekvencija upadne svjetlosti iznad granične vrijednosti, kako intenzitet svjetlosti utječe na fotoelektrični efekt?

Ovisi li struja o intenzitetu upadne svjetlosti?

Kako tumačite rezultate pokusa?

Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Spektri**I. Promatranje različitih spektara**

Prvo promatramo spekture različitih plinova. U Geisslerovim cijevima se pod sniženim tlakom nalazi različiti plinovi (He, H, Ne, Kr).



Nastavnik će postaviti pokus kao na slici.

Ime i prezime: _____

Datum: _____

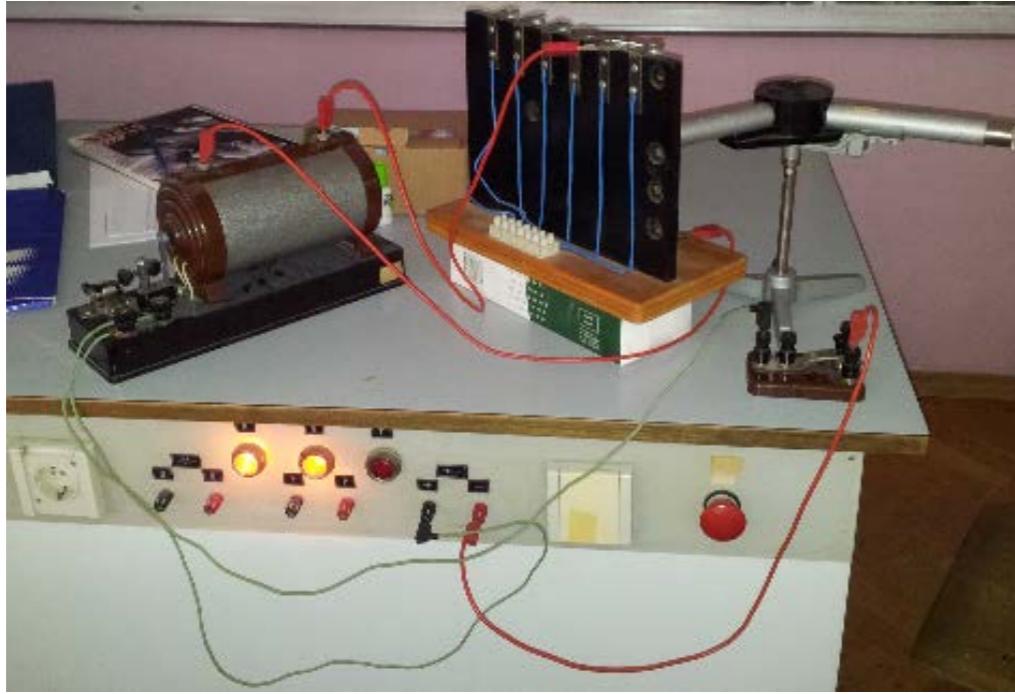
Razred: _____

Spektri**I. Promatranje različitih spektara**

Prvo promatramo spekture različitih plinova. U Geisslerovim cijevima se pod sniženim tlakom nalazi različiti plinovi (He, H, Ne, Kr).



Nastavnik će postaviti pokus kao na slici.



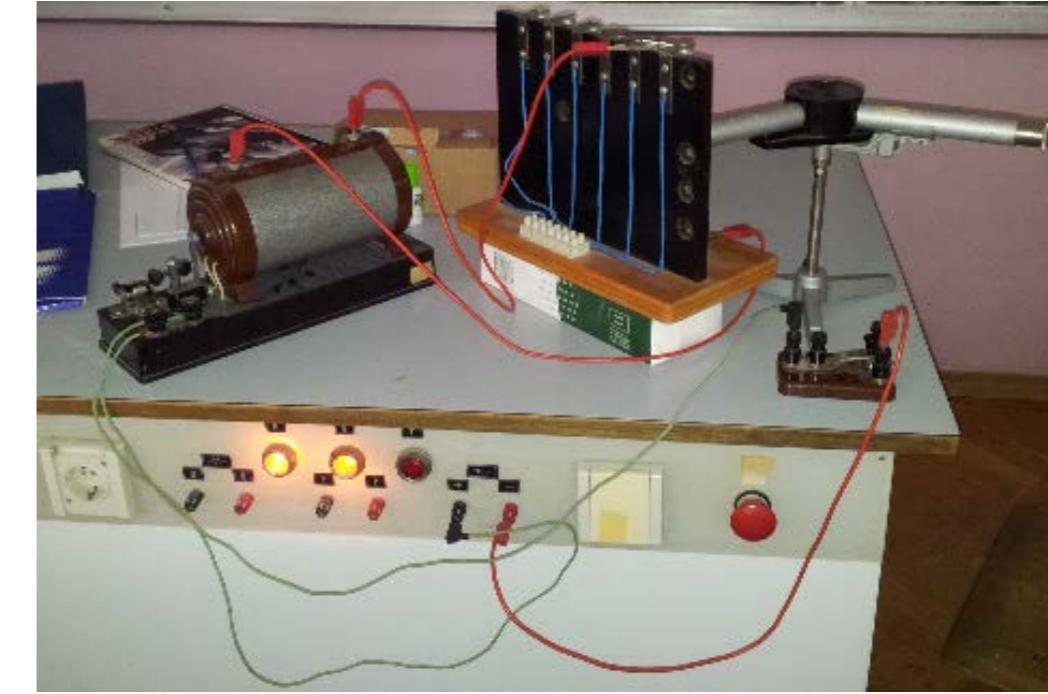
Promatrazite kroz spektrometar spekture različitih plinova. Opišite što vidite za pojedini plin.

Kakve spekture vidite?

Kako nastaje emisijski spektar? Koja je uloga induktora?

Kako nastaju linijski spektri?

Skicirajte energijske razine atoma vodika. Kako nastaje neka od linija koju ste vidjeli?



Promatrazite kroz spektrometar spekture različitih plinova. Opišite što vidite za pojedini plin.

Kakve spekture vidite?

Kako nastaje emisijski spektar? Koja je uloga induktora?

Kako nastaju linijski spektri?

Skicirajte energijske razine atoma vodika. Kako nastaje neka od linija koju ste vidjeli?

O čemu ovise boje pojedinih spektralnih linija? Povežite to s energijskim razinama u atomu.

Kako bi izgledao apsorpcijski spektar vodikovog atoma?

Opišite kako biste mogli dobiti apsorpcijski spektar?

Kroz spektrometar promatrajte izvor bijele svjetlosti npr. automobilsku žarulju. Opišite što vidite.

Koja optička uređaja u spektrometu vam omogućuju da vidite spektar?

Što se dogodi sa snopom bijele svjetlosti ako ga pustimo kroz prizmu?

Na koje sve načine možemo postići rasap svjetlosti (disperziju)?

Kroz optičku rešetku promatrajte izvor bijele svjetlosti, npr. automobilsku žarulju i svjetlost koja dolazi od Sunca (nikako nemojte gledati direktno u Sunce!). Kakav spektar opažate?

Tipični eksperimentalni postav za promatranje spektara se sastoji od izvora, optičkog uređaja (koji sadrži prizmu ili optičku rešetku) i zastora na kojem se vidi spektar.

Koja od tih elemenata određuje kakav spektar vidimo (linijski ili kontinuirani)?

Kroz optičku rešetku promatrajte izvor bijele svjetlosti. Između izvora i rešetke postavite neki filter (npr. zeleni). Što uočavate?

Određuje li optički uređaj (prizma ili optička rešetka) vrstu spektra?

O čemu ovise boje pojedinih spektralnih linija? Povežite to s energijskim razinama u atomu.

Kako bi izgledao apsorpcijski spektar vodikovog atoma?

Opišite kako biste mogli dobiti apsorpcijski spektar?

Kroz spektrometar promatrajte izvor bijele svjetlosti npr. automobilsku žarulju. Opišite što vidite.

Koja optička uređaja u spektrometu vam omogućuju da vidite spektar?

Što se dogodi sa snopom bijele svjetlosti ako ga pustimo kroz prizmu?

Na koje sve načine možemo postići rasap svjetlosti (disperziju)?

Kroz optičku rešetku promatrajte izvor bijele svjetlosti, npr. automobilsku žarulju i svjetlost koja dolazi od Sunca (nikako nemojte gledati direktno u Sunce!). Kakav spektar opažate?

Tipični eksperimentalni postav za promatranje spektara se sastoji od izvora, optičkog uređaja (koji sadrži prizmu ili optičku rešetku) i zastora na kojem se vidi spektar.

Koja od tih elemenata određuje kakav spektar vidimo (linijski ili kontinuirani)?

Kroz optičku rešetku promatrajte izvor bijele svjetlosti. Između izvora i rešetke postavite neki filter (npr. zeleni). Što uočavate?

Određuje li optički uređaj (prizma ili optička rešetka) vrstu spektra?

Potražite i pogledajte na internetu:

http://www.learner.org/teacherslab/science/light/color/spectra/spectra_2.html
<http://chemistry.bd.psu.edu/jircitano/periodic4.html>
<http://people.westminstercollege.edu/faculty/ccline/elements/elements1.html>

II. Baždarenje spektroskopa

Što znači baždariti neki uređaj? Navedite neki primjer.

Komentirajte odgovor s nastavnikom.

Spektroskop ćemo baždariti prema valnim duljinama poznatih spektralnih linija vodika. Mikrometarski vijak dovedemo u početni položaj (0 na vijku). Okretanjem bubenja polako se približavamo prvoj poznatoj liniji spektra. Pri tome treba brojati okreće bubenja. Puni okret bubenja odgovara pomaku od 1 mm. Bubanj je podijeljen na 50 jednakih dijelova, pa jednom dijelu bubenja odgovara pomak od 0,02 mm.

Očitajte pomak bubenja za svaku spektralnu liniju vodika.

Boja	λ/nm	d/mm
crvena	656,3	
cijan	486,1	
plava	434,1	
ljubičasta	410,2	

Nacrtajte na milimetarskom papiru baždarni graf.

Potražite i pogledajte na internetu:

http://www.learner.org/teacherslab/science/light/color/spectra/spectra_2.html
<http://chemistry.bd.psu.edu/jircitano/periodic4.html>
<http://people.westminstercollege.edu/faculty/ccline/elements/elements1.html>

II. Baždarenje spektroskopa

Što znači baždariti neki uređaj? Navedite neki primjer.

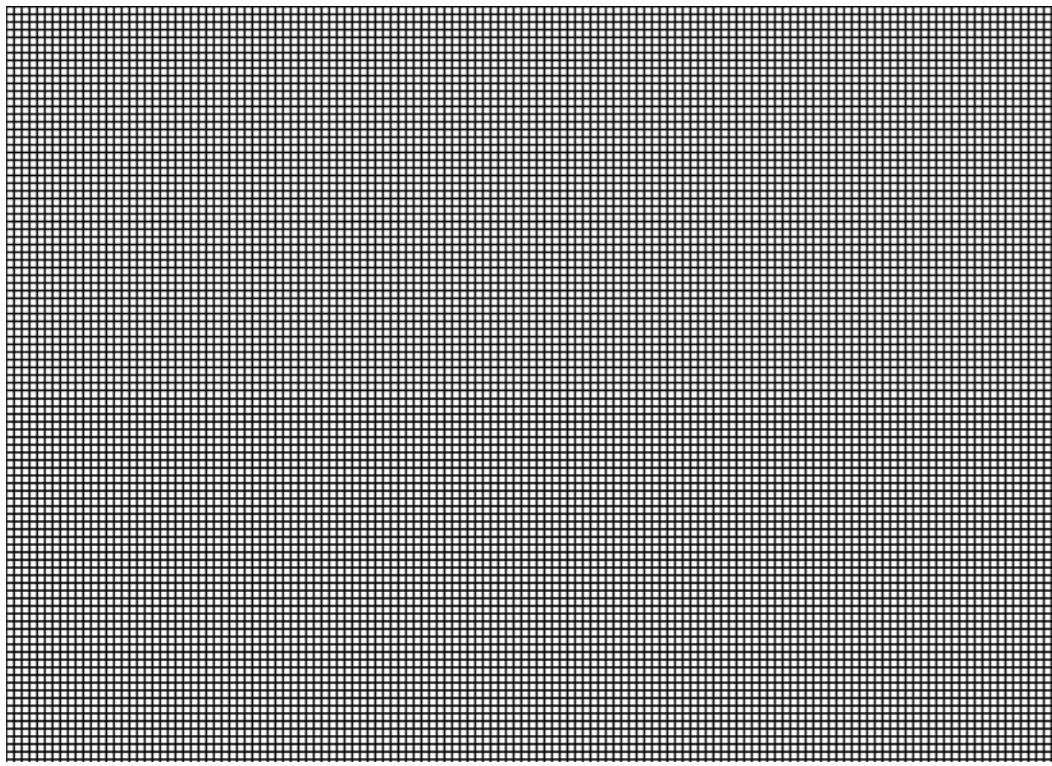
Komentirajte odgovor s nastavnikom.

Spektroskop ćemo baždariti prema valnim duljinama poznatih spektralnih linija vodika. Mikrometarski vijak dovedemo u početni položaj (0 na vijku). Okretanjem bubenja polako se približavamo prvoj poznatoj liniji spektra. Pri tome treba brojati okreće bubenja. Puni okret bubenja odgovara pomaku od 1 mm. Bubanj je podijeljen na 50 jednakih dijelova, pa jednom dijelu bubenja odgovara pomak od 0,02 mm.

Očitajte pomak bubenja za svaku spektralnu liniju vodika.

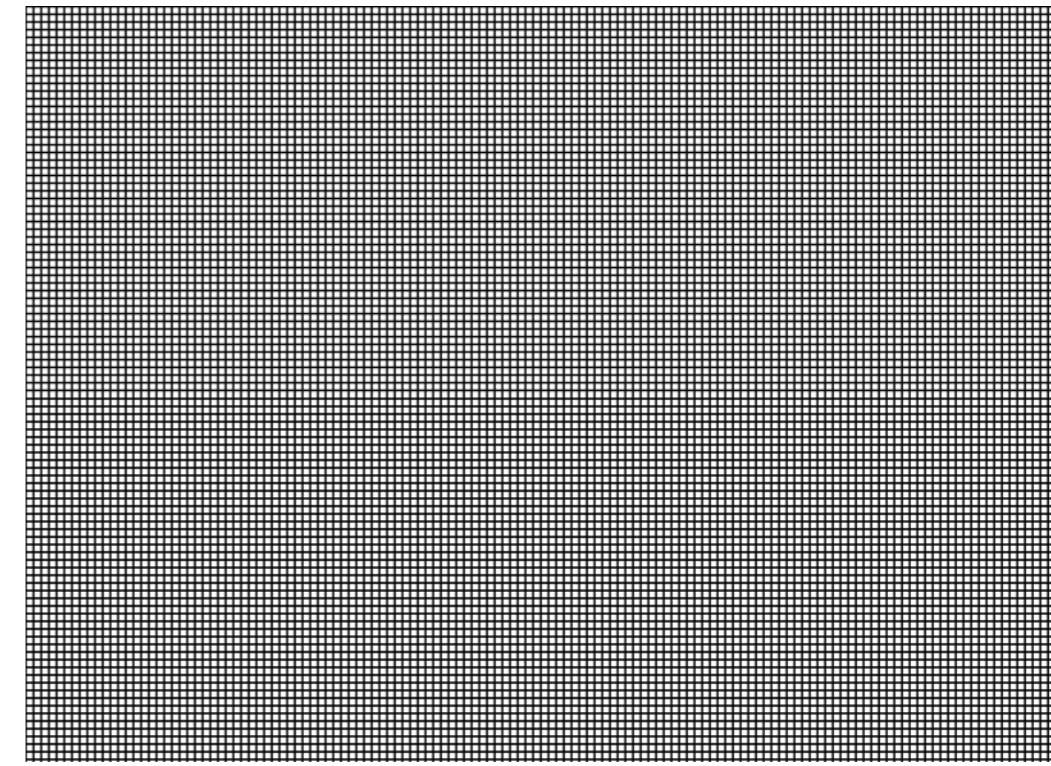
Boja	λ/nm	d/mm
crvena	656,3	
cijan	486,1	
plava	434,1	
ljubičasta	410,2	

Nacrtajte na milimetarskom papiru baždarni graf.

**III. Određivanje nepoznate valne duljine**

Promatrat ćemo spekture nekoliko elemenata. U otopinu soli umočite smotak filter papira i zatim taj papir stavite u plamen plinskog plamenika. Promatrajte spektroskopom.
Koje boje vidite za različite otopine?

Odredite valne duljine svjetlosti za linije u spektru natrijevih i litijevih para.

**III. Određivanje nepoznate valne duljine**

Promatrat ćemo spekture nekoliko elemenata. U otopinu soli umočite smotak filter papira i zatim taj papir stavite u plamen plinskog plamenika. Promatrajte spektroskopom.
Koje boje vidite za različite otopine?

Odredite valne duljine svjetlosti za linije u spektru natrijevih i litijevih para.

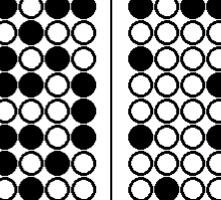
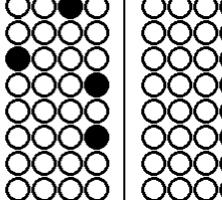
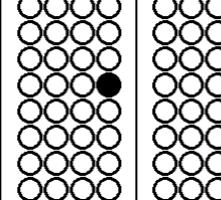
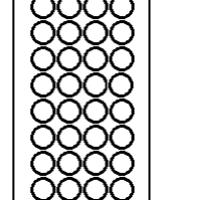
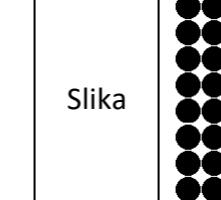
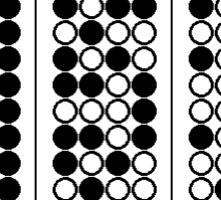
Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Radioaktivnost**I. Magična posuda**

Zamislite da imate 32 crne kuglice. Kuglice stavite u magičnu posudu u kojoj crne kuglice mogu postati bijele. U magičnu posudu možete pogledati svakih 5 minuta i snimiti jednu fotografiju. Sljedeće slike prikazuju fotografije kuglica u magičnoj posudi nakon svakih 5 minuta.

Slika								
t/min	0	5	10	15	20	25	30	35

Broj crnih kuglica u početnom trenutku označavamo s N_0 . Koliko je kuglica u početnom trenutku? $N_0 = \underline{\hspace{2cm}}$.

U sljedećoj tablici napišite broj crnih i bijelih kuglica nakon određenog vremenskog intervala.

t/min	0	5	10	15	20	25	30	35
Broj crnih kuglica								
Broj bijelih kuglica								

Za koji vremenski interval T_a se početni broj crnih kuglica prepolovi?

$$T_a = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Koliko je crnih kuglica ostalo nakon 5 minuta?

$$N(5 \text{ min}) = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Promatrajmo sada broj crnih kuglica od pete minute pa na dalje.

Nakon kojeg vremenskog intervala T_b od pete minute će se broj crnih kuglica prepoloviti?

$$T_b = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Nakon kojeg vremenskog intervala T_c se broj preostalih crnih kuglica prepolovi?

$$T_c = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Uočavate li pravilnost?

Vremenski interval u kojem se broj crnih kuglica prepolovi nazivamo **vrijeme poluraspada** i označavamo s $T_{1/2}$. U gornjem slučaju vrijeme poluraspada iznosi $T_{1/2} = \underline{\hspace{2cm}}$.

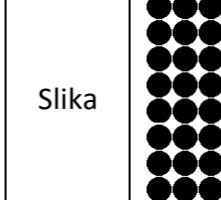
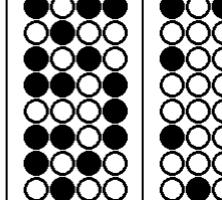
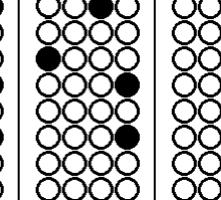
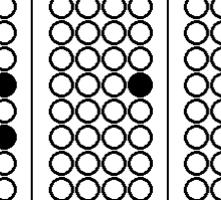
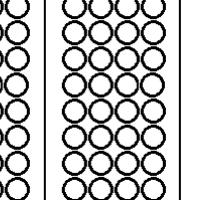
Ime i prezime: _____

Datum: _____

Razred: _____

Radioaktivnost**I. Magična posuda**

Zamislite da imate 32 crne kuglice. Kuglice stavite u magičnu posudu u kojoj crne kuglice mogu postati bijele. U magičnu posudu možete pogledati svakih 5 minuta i snimiti jednu fotografiju. Sljedeće slike prikazuju fotografije kuglica u magičnoj posudi nakon svakih 5 minuta.

Slika								
t/min	0	5	10	15	20	25	30	35

Broj crnih kuglica u početnom trenutku označavamo s N_0 . Koliko je kuglica u početnom trenutku? $N_0 = \underline{\hspace{2cm}}$.

U sljedećoj tablici napišite broj crnih i bijelih kuglica nakon određenog vremenskog intervala.

t/min	0	5	10	15	20	25	30	35
Broj crnih kuglica								
Broj bijelih kuglica								

Za koji vremenski interval T_a se početni broj crnih kuglica prepolovi?

$$T_a = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Koliko je crnih kuglica ostalo nakon 5 minuta?

$$N(5 \text{ min}) = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Promatrajmo sada broj crnih kuglica od pete minute pa na dalje.

Nakon kojeg vremenskog intervala T_b od pete minute će se broj crnih kuglica prepoloviti?

$$T_b = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Nakon kojeg vremenskog intervala T_c se broj preostalih crnih kuglica prepolovi?

$$T_c = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Uočavate li pravilnost?

Vremenski interval u kojem se broj crnih kuglica prepolovi nazivamo **vrijeme poluraspada** i označavamo s $T_{1/2}$. U gornjem slučaju vrijeme poluraspada iznosi $T_{1/2} = \underline{\hspace{2cm}}$.

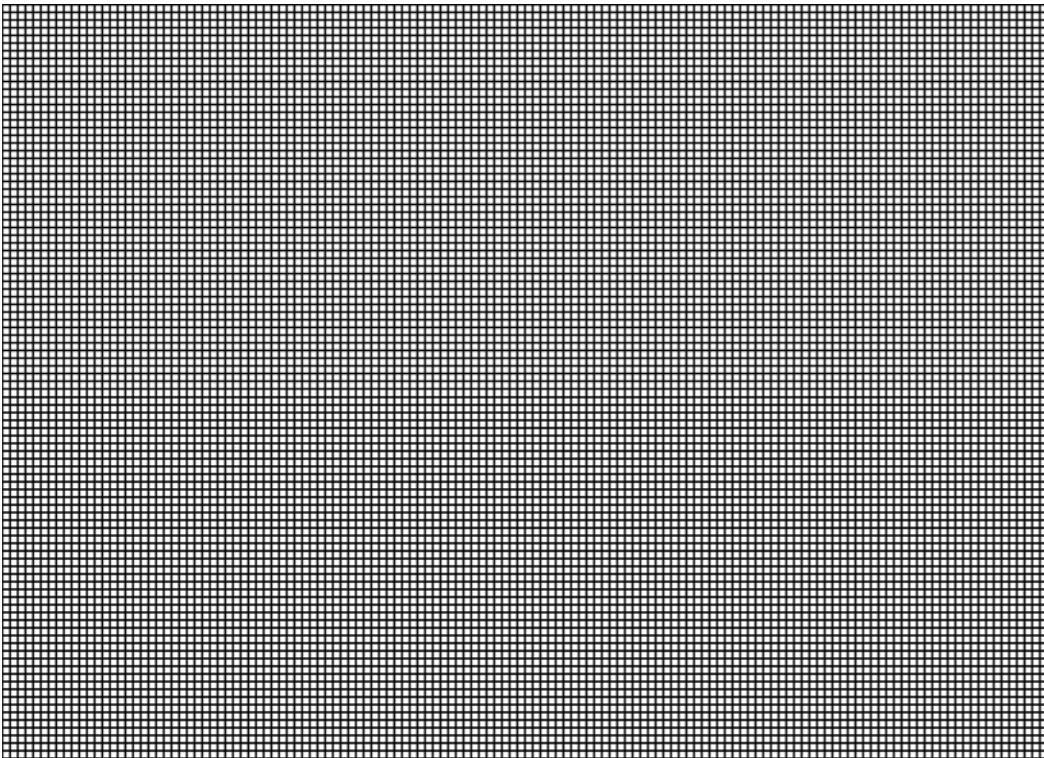
Istražimo sada ovisnost broja crnih kuglica o proteklom vremenu. Ovisnost prepostavimo u obliku $N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$.

Popunjavajući sljedeću tablicu provjerite prepostavljenu ovisnost s gore zapisanim parametrima (N_0 i $T_{1/2}$).

t/min	0	5	10	15	20	25	30	35
$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$								

Je li prepostavljena ovisnost točna?

Nacrtajte graf broja crnih kuglica u ovisnosti o vremenu.



Na koju funkciju vas podsjeća dobiveni graf?

Prepostavite da ovisnost broja crnih kuglica o vremenu zapišemo kao $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$.

Znamo da se nakon vremena poluraspada broj kuglica prepolovi pa možemo zapisati:

$$N(T_{1/2}) = \frac{N_0}{2}; \quad N(T_{1/2}) = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}.$$

Izjednačite desne strane dobivenih izraza i izrazite konstantu λ .

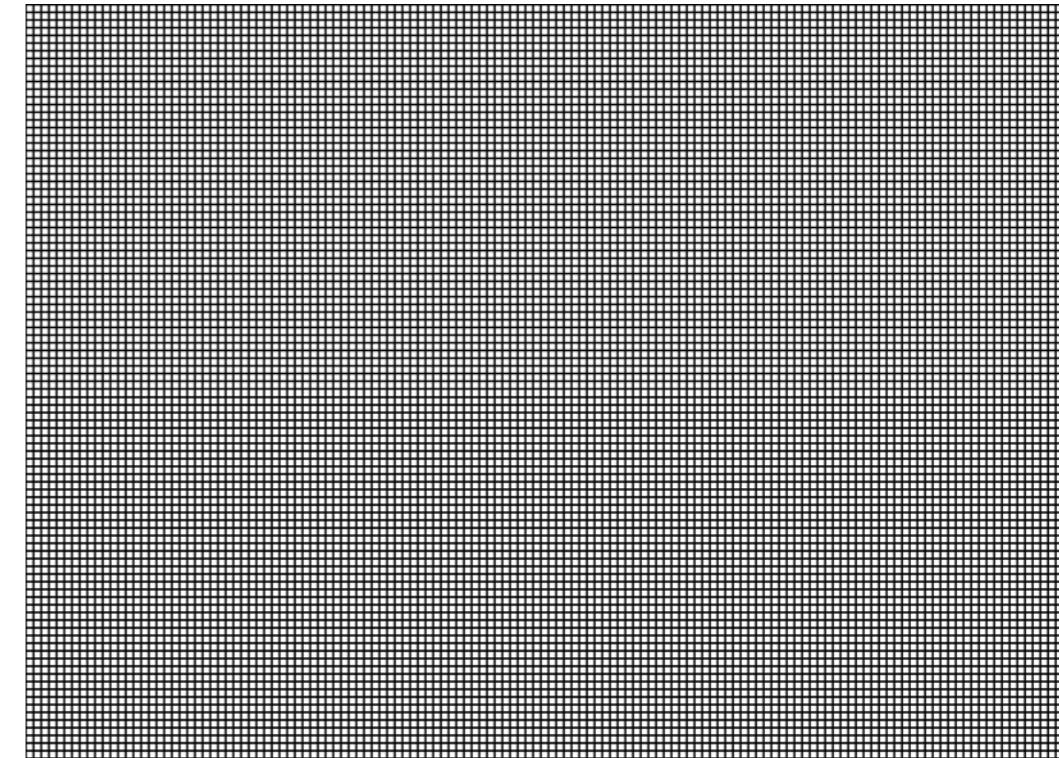
Istražimo sada ovisnost broja crnih kuglica o proteklom vremenu. Ovisnost prepostavimo u obliku $N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$.

Popunjavajući sljedeću tablicu provjerite prepostavljenu ovisnost s gore zapisanim parametrima (N_0 i $T_{1/2}$).

t/min	0	5	10	15	20	25	30	35
$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$								

Je li prepostavljena ovisnost točna?

Nacrtajte graf broja crnih kuglica u ovisnosti o vremenu.



Na koju funkciju vas podsjeća dobiveni graf?

Prepostavite da ovisnost broja crnih kuglica o vremenu zapišemo kao $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$.

Znamo da se nakon vremena poluraspada broj kuglica prepolovi pa možemo zapisati:

$$N(T_{1/2}) = \frac{N_0}{2}; \quad N(T_{1/2}) = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}.$$

Izjednačite desne strane dobivenih izraza i izrazite konstantu λ .

Izračunajte konstantu λ za vrijeme poluraspada od 5 minuta i popunjavajući iduću tablicu uvjerite se da izraz $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ ispravno opisuje ovisnost broja crnih kuglica o vremenu.

t/min	0	5	10	15	20	25	30	35
$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$								

Konstantu λ nazivamo **konstantom raspada**.

Ako promatramo promjene boje kuglica u vremenskom intervalu poluraspada polovica početnih kuglica je promijenila boju iz crne u bijelu. Gledamo li prvih pet minuta u početnom primjeru broj crnih kuglica je pao s 32 na 16 tj. 16 kuglica je promijenilo boju. Što mislite je li 16 kuglica mijenjalo boju tijekom cijelog vremena dok nismo mogli gledati u kutiju (prvih 5 minuta) ili je svih 16 kuglica promijenilo boju neposredno prije nego što smo pogledali/fotografirali kutiju?

Izračunajte konstantu λ za vrijeme poluraspada od 5 minuta i popunjavajući iduću tablicu uvjerite se da izraz $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ ispravno opisuje ovisnost broja crnih kuglica o vremenu.

t/min	0	5	10	15	20	25	30	35
$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$								

Konstantu λ nazivamo **konstantom raspada**.

Ako promatramo promjene boje kuglica u vremenskom intervalu poluraspada polovica početnih kuglica je promijenila boju iz crne u bijelu. Gledamo li prvih pet minuta u početnom primjeru broj crnih kuglica je pao s 32 na 16 tj. 16 kuglica je promijenilo boju. Što mislite je li 16 kuglica mijenjalo boju tijekom cijelog vremena dok nismo mogli gledati u kutiju (prvih 5 minuta) ili je svih 16 kuglica promijenilo boju neposredno prije nego što smo pogledali/fotografirali kutiju?

II. Radioaktivni raspadi

Radioaktivnost je pojava kada se nestabilne (radioaktivne) jezgre atoma raspadaju u nove jezgre i pri tome emitiraju radioaktivno zračenje: α čestice, β čestice, γ zrake (ili njihovu kombinaciju). Radioaktivni raspad je statističke prirode i ne može se točno predvidjeti koje će se jezgre raspasti u kojem trenutku. Može se odrediti kako će se vremenski mijenjati broj radioaktivnih (nestabilnih) jezgri. Mjerenja pokazuju da se broj radioaktivnih jezgri eksponencijalno smanjuje s vremenom

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

gdje je λ konstanta raspada karakteristična za pojedinu radioaktivnu jezgru, N_0 broj radioaktivnih jezgri u početnom trenutku i $N(t)$ broj preostalih radioaktivnih jezgri nakon vremena t .

Lako se pokaže da gornji izraz možemo zapisati u obliku

$$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

gdje je $T_{1/2}$ vrijeme poluraspada koje je karakteristično za pojedinu radioaktivnu jezgru a veza između vremena poluraspada i konstante raspada dana izrazom

$$T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$

Primjer s magičnom kutijom može se promatrati kao jednostavni model radioaktivnog raspada gdje su crne kuglice radioaktivne (nestabilne) jezgre, bijele kuglice nove jezgre, a prijelaz boje iz crne u bijelu je radioaktivni raspad. Jezgre se raspadaju slučajno s time da je na početku broj raspadnutih jezgri u istom vremenskom intervalu puno veći nego kasnije.

II. Radioaktivni raspadi

Radioaktivnost je pojava kada se nestabilne (radioaktivne) jezgre atoma raspadaju u nove jezgre i pri tome emitiraju radioaktivno zračenje: α čestice, β čestice, γ zrake (ili njihovu kombinaciju). Radioaktivni raspad je statističke prirode i ne može se točno predvidjeti koje će se jezgre raspasti u kojem trenutku. Može se odrediti kako će se vremenski mijenjati broj radioaktivnih (nestabilnih) jezgri. Mjerenja pokazuju da se broj radioaktivnih jezgri eksponencijalno smanjuje s vremenom

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

gdje je λ konstanta raspada karakteristična za pojedinu radioaktivnu jezgru, N_0 broj radioaktivnih jezgri u početnom trenutku i $N(t)$ broj preostalih radioaktivnih jezgri nakon vremena t .

Lako se pokaže da gornji izraz možemo zapisati u obliku

$$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

gdje je $T_{1/2}$ vrijeme poluraspada koje je karakteristično za pojedinu radioaktivnu jezgru a veza između vremena poluraspada i konstante raspada dana izrazom

$$T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$

Primjer s magičnom kutijom može se promatrati kao jednostavni model radioaktivnog raspada gdje su crne kuglice radioaktivne (nestabilne) jezgre, bijele kuglice nove jezgre, a prijelaz boje iz crne u bijelu je radioaktivni raspad. Jezgre se raspadaju slučajno s time da je na početku broj raspadnutih jezgri u istom vremenskom intervalu puno veći nego kasnije.

Pogledajmo prvih pet minuta modela raspada u primjeru s magičnom kutijom. Vrijeme poluraspada iznosi _____ minuta. U tom vremenu raspadne se 16 jezgri. Jezgre se slučajno raspadaju, na primjer prva jezgra u 15. sekundi, druga jezgra u 22. sekundi, treća jezgra u 47. sekundi i tako dalje dok se ne stigne do pete minute gdje je opaženo 16 raspada te je od početnog broja neraspadnutih jezgri (32) ostalo još 16 .

U slijedećih 5 minuta od 16 radioaktivnih jezgri na početku intervala raspalo se 8 jezgri te je ostalo još 8 radioaktivnih jezgri.

U slijedećih 5 minuta od 8 radioaktivnih jezgri na početku intervala raspale su se 4 jezgre te su ostale još 4 radioaktivne jezgre. I tako dalje...

U slijedećoj tablici prikažite broj raspadnutih jezgri u istim vremenskim intervalima za model s kuglicama na prvoj stranici.

t_1-t_2/min	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
$\Delta t/\text{min}$	5	5	5	5	5	5	5
Broj raspadnutih jezgri u vremenskom intervalu							

Aktivnost radioaktivnog raspada se računa kao broj raspada u jedinici vremena i mjeri se u bekerelima (Bq). Jedan bekerel odgovara jednom raspodu u sekundi (mjerna jedinica s^{-1}). Aktivnost možemo zamisliti kao brzinu kojom se raspadaju radioaktivne jezgre.

Za model radioaktivnog raspada s crnim kuglicama izračunajte aktivnost za svako vrijeme poluraspada. Dobivene rezultate prikažite u sljedećoj tablici.

t_1-t_2/min	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
$\Delta t/\text{min}$							
Broj raspada							
Aktivnost: $\frac{\text{broj raspada}}{\Delta t} / \text{mBq}$							

Može se pokazati da za radioaktivni uzorak u kojem je broj jezgara N, čija je konstanta raspada λ , odnosno vrijeme poluraspada $T_{1/2}$, aktivnost iznosi:

$$A(t) = -\frac{\Delta N}{\Delta t} = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

gdje je A_0 početna aktivnost, tj. aktivnost u trenutku T_0 .

Pogledajmo prvih pet minuta modela raspada u primjeru s magičnom kutijom. Vrijeme poluraspada iznosi _____ minuta. U tom vremenu raspadne se 16 jezgri. Jezgre se slučajno raspadaju, na primjer prva jezgra u 15. sekundi, druga jezgra u 22. sekundi, treća jezgra u 47. sekundi i tako dalje dok se ne stigne do pete minute gdje je opaženo 16 raspada te je od početnog broja neraspadnutih jezgri (32) ostalo još 16 .

U slijedećih 5 minuta od 16 radioaktivnih jezgri na početku intervala raspalo se 8 jezgri te je ostalo još 8 radioaktivnih jezgri.

U slijedećih 5 minuta od 8 radioaktivnih jezgri na početku intervala raspale su se 4 jezgre te su ostale još 4 radioaktivne jezgre. I tako dalje...

U slijedećoj tablici prikažite broj raspadnutih jezgri u istim vremenskim intervalima za model s kuglicama na prvoj stranici.

t_1-t_2/min	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
$\Delta t/\text{min}$	5	5	5	5	5	5	5
Broj raspadnutih jezgri u vremenskom intervalu							

Aktivnost radioaktivnog raspada se računa kao broj raspada u jedinici vremena i mjeri se u bekerelima (Bq). Jedan bekerel odgovara jednom raspodu u sekundi (mjerna jedinica s^{-1}). Aktivnost možemo zamisliti kao brzinu kojom se raspadaju radioaktivne jezgre.

Za model radioaktivnog raspada s crnim kuglicama izračunajte aktivnost za svako vrijeme poluraspada. Dobivene rezultate prikažite u sljedećoj tablici.

t_1-t_2/min	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
$\Delta t/\text{min}$							
Broj raspada							
Aktivnost: $\frac{\text{broj raspada}}{\Delta t} / \text{mBq}$							

Može se pokazati da za radioaktivni uzorak u kojem je broj jezgara N, čija je konstanta raspada λ , odnosno vrijeme poluraspada $T_{1/2}$, aktivnost iznosi:

$$A(t) = -\frac{\Delta N}{\Delta t} = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

gdje je A_0 početna aktivnost, tj. aktivnost u trenutku T_0 .

II. Mjerenje pozadinskog zračenja

Priklučite Vernier Radiation Monitor na ulaz DIG1 LabQuest2 sučelja. Pojavit će se crveni brojčanik koji registrira produkt raspada svakih par sekundi iako nema očitog radioaktivnog izvora. Broj registriranih produkata raspada kumulativno se zbraja.

Vernier Radiation Monitor je u stvari Geigerova cijev koja detektira α česticu, β česticu ili γ zraku i pri svakoj detekciji obavijesti LabQuest2 sučelje o detektiranoj čestici, a ono kumulativno zbraja broj detekcija. Detekcija α čestice, β čestice ili γ zrake je produkt radioaktivnog raspada.

Postoje dva glavna izvora prirodnog radioaktivnog zračenja. Prvi je posljedica kozmičkog zračenja koje stiže do površine Zemlje. Zemljina atmosfera apsorbira većinu nestabilnih čestica pa je broj detektiranih produkata radioaktivnih raspada na površini Zemlje mali. Na višim nadmorskim visinama (ili na avionu međunarodnog leta na visini oko 10 km) opaža se znatno veći broj produkata radioaktivnih raspada što je posljedica tanjeg sloja atmosfere kroz koju prolaze kozmičke zrake (manje se kozmičkih zraka apsorbira).

Drugi izvor radioaktivnog zračenja dolazi iz Zemlje. Zemlja sadrži neke radioaktivne elemente od kojih ćemo spomenuti uran 238 (^{238}U). ^{238}U ima dugo vrijeme poluraspada. Jezgra urana se raspada u manje stabilnije jezgre od kojih je nama zanimljiv radon 222 (^{222}Rn). Radon 222 je plin pa lako prodire iz Zemljine kore u atmosferu te se često zna nakupljati u prizemnim zatvorenim prostorijama (podrumi, sutereni i sl.). Kao rezultat dugog vremena poluraspada urana 238 dobivamo približno konstantno stvaranje plina radona 222 čija je jezgra nestabilna i ima vrijeme poluraspada 3,8 dana. Jezgra radona 222 raspada se u polonij, oovo i bizmut. Navedeni elementi su krutine pa se nakon raspada radona 222 u zraku skupljaju u zatvorenim prostorijama kao čestice prašine.

Koristeći mjernu opremu izmjerite broj produkata radioaktivnog zračenja u učionici u vremenskom intervalu od 1 minute, 2 minute, 3 minute i 4 minute. Dobivene rezultate prikažite u tablici.

t/min	0	1	2	3	4
Broj detektiranih produkata					

Izračunajte prosječan broj detektiranih produkata radioaktivnog raspada u promatranim vremenskim intervalima (ovo nije isto što i aktivnost uzorka).

t_1-t_2/min	0-1	1-2	2-3	3-4	0-2	0-4
$\Delta t/\text{min}$						
Prosječan broj detektiranih produkata						

II. Mjerenje pozadinskog zračenja

Priklučite Vernier Radiation Monitor na ulaz DIG1 LabQuest2 sučelja. Pojavit će se crveni brojčanik koji registrira produkt raspada svakih par sekundi iako nema očitog radioaktivnog izvora. Broj registriranih produkata raspada kumulativno se zbraja.

Vernier Radiation Monitor je u stvari Geigerova cijev koja detektira α česticu, β česticu ili γ zraku i pri svakoj detekciji obavijesti LabQuest2 sučelje o detektiranoj čestici, a ono kumulativno zbraja broj detekcija. Detekcija α čestice, β čestice ili γ zrake je produkt radioaktivnog raspada.

Postoje dva glavna izvora prirodnog radioaktivnog zračenja. Prvi je posljedica kozmičkog zračenja koje stiže do površine Zemlje. Zemljina atmosfera apsorbira većinu nestabilnih čestica pa je broj detektiranih produkata radioaktivnih raspada na površini Zemlje mali. Na višim nadmorskim visinama (ili na avionu međunarodnog leta na visini oko 10 km) opaža se znatno veći broj produkata radioaktivnih raspada što je posljedica tanjeg sloja atmosfere kroz koju prolaze kozmičke zrake (manje se kozmičkih zraka apsorbira).

Drugi izvor radioaktivnog zračenja dolazi iz Zemlje. Zemlja sadrži neke radioaktivne elemente od kojih ćemo spomenuti uran 238 (^{238}U). ^{238}U ima dugo vrijeme poluraspada. Jezgra urana se raspada u manje stabilnije jezgre od kojih je nama zanimljiv radon 222 (^{222}Rn). Radon 222 je plin pa lako prodire iz Zemljine kore u atmosferu te se često zna nakupljati u prizemnim zatvorenim prostorijama (podrumi, sutereni i sl.). Kao rezultat dugog vremena poluraspada urana 238 dobivamo približno konstantno stvaranje plina radona 222 čija je jezgra nestabilna i ima vrijeme poluraspada 3,8 dana. Jezgra radona 222 raspada se u polonij, oovo i bizmut. Navedeni elementi su krutine pa se nakon raspada radona 222 u zraku skupljaju u zatvorenim prostorijama kao čestice prašine.

Koristeći mjernu opremu izmjerite broj produkata radioaktivnog zračenja u učionici u vremenskom intervalu od 1 minute, 2 minute, 3 minute i 4 minute. Dobivene rezultate prikažite u tablici.

t/min	0	1	2	3	4
Broj detektiranih produkata					

Izračunajte prosječan broj detektiranih produkata radioaktivnog raspada u promatranim vremenskim intervalima (ovo nije isto što i aktivnost uzorka).

t_1-t_2/min	0-1	1-2	2-3	3-4	0-2	0-4
$\Delta t/\text{min}$						
Prosječan broj detektiranih produkata						

Geigerovu cijev približite detektoru požara i izmjerite broj detektiranih produkata radioaktivnih raspada u nekom vremenskom intervalu. Je li je prosječan broj produkata radioaktivnog raspada veći od prirodnog pozadinskog zračenja? Što možete zaključiti o detektoru požara?

Promatrajte kako broj detektiranih produkata radioaktivnih raspada pada u ovisnosti o udaljenosti detektora radioaktivnog raspada od detektora požara. Pokušajte osmisli način mjerena broja produkata radioaktivnih raspada u ovisnosti o udaljenosti Geigerove cijevi od detektora požara. Provedite mjerene.

III. Zadaci

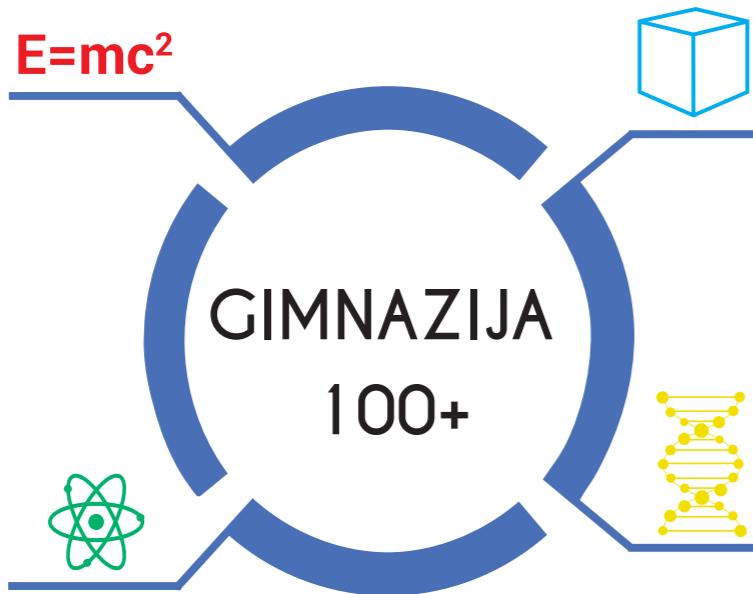
1. Radioaktivni uzorak sadrži 10^6 radioaktivnih jezgri. Koliko će ostati neraspadnutih jezgri nakon tri vremena poluraspada toga uzorka?
2. Vrijeme poluraspada nekoga radioaktivnog uzorka je 28 dana. Za koje se vrijeme raspadne $\frac{7}{8}$ početne količine toga uzorka?
3. Koliko je vrijeme poluraspada nekoga elementa ako se nakon 40 dana raspadne 75 % početnoga broja atoma?

Geigerovu cijev približite detektoru požara i izmjerite broj detektiranih produkata radioaktivnih raspada u nekom vremenskom intervalu. Je li je prosječan broj produkata radioaktivnog raspada veći od prirodnog pozadinskog zračenja? Što možete zaključiti o detektoru požara?

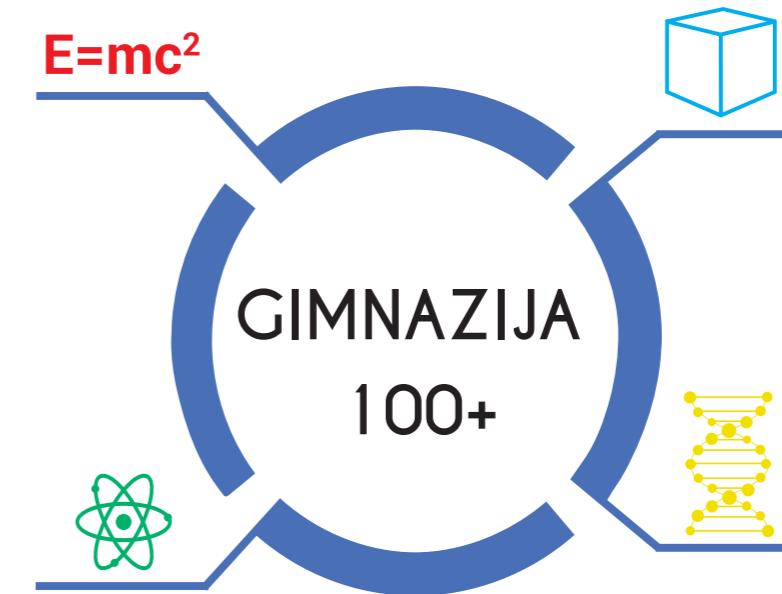
Promatrajte kako broj detektiranih produkata radioaktivnih raspada pada u ovisnosti o udaljenosti detektora radioaktivnog raspada od detektora požara. Pokušajte osmisli način mjerena broja produkata radioaktivnih raspada u ovisnosti o udaljenosti Geigerove cijevi od detektora požara. Provedite mjerene.

III. Zadaci

1. Radioaktivni uzorak sadrži 10^6 radioaktivnih jezgri. Koliko će ostati neraspadnutih jezgri nakon tri vremena poluraspada toga uzorka?
2. Vrijeme poluraspada nekoga radioaktivnog uzorka je 28 dana. Za koje se vrijeme raspadne $\frac{7}{8}$ početne količine toga uzorka?
3. Koliko je vrijeme poluraspada nekoga elementa ako se nakon 40 dana raspadne 75 % početnoga broja atoma?



www.gimnazija-100-plus.eu



www.gimnazija-100-plus.eu

Srednja škola Krapina

Šetalište hrvatskog narodnog
preporoda 6
49 000 Krapina
Tel: +385 49 382 111
Fax: +385 49 382 113
E-mail: ss-krapina@kr.t-com.hr
web: www.ss-krapina.skole.hr

Srednja škola Pregrada

Stjepana Škreblina bb
49 218 Pregrada
Tel: +385 49 382 150
Fax: +385 49 382 159
E-mail:
ss-pregrada@kr.t-com.hr
web: ss-pregrada.skole.hr

Srednja škola Krapina

Šetalište hrvatskog narodnog
preporoda 6
49 000 Krapina
Tel: +385 49 382 111
Fax: +385 49 382 113
E-mail: ss-krapina@kr.t-com.hr
web: www.ss-krapina.skole.hr

Srednja škola Pregrada

Stjepana Škreblina bb
49 218 Pregrada
Tel: +385 49 382 150
Fax: +385 49 382 159
E-mail:
ss-pregrada@kr.t-com.hr
web: ss-pregrada.skole.hr

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta

www.mzos.hr
esf@mzos.hr

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta

www.mzos.hr
esf@mzos.hr

Agencija za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih
Organizacijska jedinica za upravljanje struktturnim instrumentima (DEFCO)
www.asoo.hr/defco/
defco@asoo.hr

za više informacija o EU fondovima
www.strukturnifondovi.hr

Agencija za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih
Organizacijska jedinica za upravljanje struktturnim instrumentima (DEFCO)
www.asoo.hr/defco/
defco@asoo.hr

za više informacija o EU fondovima
www.strukturnifondovi.hr

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Srednje škole Krapina.

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Srednje škole Krapina.

