

## DIDAKTIČKE UPUTE

Navedeni sadržaji su zajednička osnova za sve škole s jednogodišnjim programom fizike. Pojedine teme nastavnici mogu proširiti u izvedbenom programu prema potrebama strukovnog obrazovanja. Pristup obradi sadržaja je od fenomenološkog do demonstracijsko-praktičnog, uz samostalna mjerenja učenika važna za struku. Obrada nekih naslova bit će kraća, nekih dulja. Opseg obrade tema okvirnog programa zajedno s proširenjem sadržaja važnih za pojedinu struku treba planirati tako da se značajan dio vremena posveti ponavljanju, uvježbavanju i provjeravanju.

## MATERIJALNI UVJETI

Učionica treba biti opremljena za izvođenje egzemplarnih demonstracijskih pokusa i mjerenja. Učenici se mogu koristiti i priborom iz područja struke kojim se primjenjuju fizikalna načela.

## KADROVSKI UVJETI

Nastavu mogu ostvarivati: prof. fizike, prof. fizike i još jednog predmeta, dipl. ing. fizike s odgovarajućom pedagoško-psihološkom i metodičkom naobrazbom.

## LITERATURA

Jakopović-Kulišić: *Fizika 1*, udžbenik za I. razred, Školska knjiga

## B. DVOGODIŠNJI I TROGODIŠNJI PROGRAM FIZIKE — MODULARNI PRISTUP

Zanimanje: za sva zanimanja s dvogodišnjim i trogodišnjim učenjem fizike

### SVRHA I CILJ

Pri izradi ovih programa primijenili smo tzv. jedinstveni tehnički koncept koji se primjenjuje na tehničke i druge strukovne škole gdje se fizika uči u manjem broju godina i sati odnosno na trogodišnje i dvogodišnje učenje fizike.

Gradivo fizike dijeli se na određeni broj modula ili nastavnih cjelina. Obrada gradiva u pojedinom modulu počinje osnovnim fizikalnim pojmovima bitnim za taj modul i s najvažnijim sadržajima koje trebaju obraditi sve škole bez obzira na satnicu. Zatim se gradivo širi na niz problema i sadržaja u četiri glavna područja fizike: *mehanici, mehanici fluida, toplini i elektromagnetizmu*.

Izabrani su m o d u l i ili nastavne cjeline:

1. Gibanje
2. Sile i polja
3. Rad, energija i snaga
4. Elektrodinamika
5. Titranje i valovi
6. Optika i optički sustavi
7. Atomi i kvanti

Izrađeni su okvirni programi za sve škole s dvogodišnjim i trogodišnjim učenjem fizike, ali također i razrada modularog programa iz koje pojedine škole odabiru sadržaje za svoje izvedbene programe ovisno o stručnom profilu, broju nastavnih sati i uvjetima rada. Time se omogućuje ostvarivanje izvedbenog programa prema potrebama struke, a također i individualizacija nastave te sticanje ugleda pojedine škole. Okvirni se

programi sastoje od tema koje u obradi novih sadržaja trebaju obraditi sve škole, a razina obrade pojedine teme ovisi o važnosti sadržaja za struku u sklopu koje se program izvodi. Opseg obrade tema okvirnog programa zajedno s proširenim i izbornim sadržajima važnim za pojedinu struku, treba planirati tako da se značajan dio vremena posveti ponavljanju, uvježbavanju i provjeravanju.

Osnovni ciljevi programa su:

- osposobiti učenike za primjenu fizikalnih spoznaja u suvremenom životu, tehnici i tehnologiji;
- proširiti i formalizirati znanje učenika stečeno u osnovnoj školi;
- ovladati u potpunosti postupcima i metodama mjerenja važnim za primjenu u tehnici i tehnološkim procesima;
- steći sposobnost povezivanja teorijskog i praktičnog aspekta fizikalnih zakonitosti radi primjene u tehnici i tehnologiji.

## PROGRAMSKI SADRŽAJI

### I. DVOGODIŠNJE UČENJE FIZIKE

#### 1. razred

R. br.	NASTAVNE CJELINE	NASTAVNI SADRŽAJI
1.	GIBANJE	1.1. Put i pomak. 1.2. Brzina. 1.3. Akceleracija. 1.4. Gibanje s konstantnom akceleracijom. 1.5. Slobodni pad. 1.6. Translacija i rotacija.
2.	SILE I POLJA	2.1. Sila i masa. 2.2. Količina gibanja. 2.3. Newtonovi zakoni mehanike. 2.4. Gravitacijska sila i polje. 2.5. Električna sila i polje. 2.6. Magnetsko polje. 2.7. Sile u mehanici. Trenje. Elastična sila. 2.8. Sile u tekućinama i plinovima. Tlak.
3.	RAD, ENERGIJA I SNAGA	3.1. Mehanički rad. Djelotvornost i mehanička prednost stroja. 3.2. Energija. Kinetička i potencijalna energija. 3.3. Zakon očuvanja energije. 3.4. Snaga.  3.7. Temperatura, unutrašnja energija i toplina. Prvi zakon termodinamike. Rad u termodinamici. Drugi zakon termodinamike.
	<i>Rad i energija u toplinskim sustavima.</i>	
	<i>Rad i energija u elektromagnetskim sustavima.</i>	3.8. Električna potencijalna energija. Električni potencijal. Napon. Rad i snaga u električnim sustavima. Električni kapacitet. Kondenzatori.

- |    |                          |  |
|----|--------------------------|--|
| 4. | ELEKTRODINAMIKA          | 4.1. Gibanje naboja pod utjecajem električnog polja.<br>4.2. Električna struja.<br>4.3. Električni otpor. Ohmov zakon.<br>Izvori napona. Unutarnji napon izvora.<br>Rad i snaga električne struje.<br>Otpornici. Spajanje otpornika.<br>Instrumenti za mjerenje struje i napona.<br>4.4. Magnetska sila.<br>4.5. Magnetsko polje električne struje.<br>4.6. Magnetski tok.<br>4.7. Elektromagnetska indukcija.<br>Međuindukcija i samoidukcija. Induktivitet.<br>Električni generator. |
| 5. | TITRANJE I VALOVI        | 5.1. Mehaničko titranje i valovi.<br>Harmoničko titranje.<br>Prigušeno i prisilno titranje. Rezonancija.<br>Valno gibanje. Brzina vala.<br>Refleksija valova. Stojni val.<br>Valovi zvuka.<br>5.2. Elektromagnetsko zračenje.<br>Elektromagnetski titraji.<br>Nastajanje i rasprostiranje elektromagnetskih<br>valova. Brzina svjetlosti.<br>Spektar elektromagnetskih valova.   |
| 6. | OPTIKA I OPTIČKI SUSTAVI | 6.1. Obilježja svjetlosti.<br>6.2. Osnovni zakoni geometrijske optike.<br>Odbijanje svjetlosti. Zrcala.<br>Lom i disperzija svjetlosti. Leće.<br>6.3. Svjetlost kao val.<br>Interferencija svjetlosti.   |
| 7. | ATOMI I KVANTI           | 7.1. Atomi i kvanti.<br>Valno-čestična obilježja pri opisu prirode.<br>Razvoj modela atoma.<br>7.2. Atomska jezgra.<br>Struktura atomske jezgre. Nuklearne sile.<br>Radioaktivnost. Fisija.  |
-

## II. TROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE

### 1. razred

R. br. NASTAVNE CJELINE	NASTAVNI SADRŽAJI
1. GIBANJE	1.1. Put i pomak. 1.2. Brzina. 1.3. Akceleracija. 1.4. Gibanje s konstantom akceleracijom. 1.5. Slobodni pad. 1.6. Kružno gibanje. 1.7. Translacija i rotacija.
2. SILE I POLJA	2.1. Sila i masa. 2.2. Količina gibanja. 2.3. Newtonovi zakoni mehanike. Centripetalna sila. 2.4. Gravitacijska sila i polje. 2.5. Električna sila i polje. 2.6. Magnetsko polje. 2.7. Sile u mehanici. Trenje. Elastična sila. 2.8. Sile u tekućinama i plinovima. Tlak.
3. RAD, ENERGIJA I SNAGA	<i>Rad i energija u mehaničkim sustavima.</i> 3.1 Mehanički rad. Rad gravitacijske sile. Djelotvornost i mehanička prednost stroja. 3.2 Energija. Kinetička i potencijalna energija. 3.3. Zakon očuvanja energije. 3.4. Snaga. 3.5. Primjena zakona očuvanja energije na fluide.

### 2. razred

R. br. NASTAVNE CJELINE	NASTAVNI SADRŽAJI
3. RAD, ENERGIJA I SNAGA	<i>Rad i energija u toplinskim sustavima</i> 3.6. Temperatura, unutrašnja energija i toplina. Toplinski kapacitet tijela. Prijenos topline. Prvi zakon termodinamike. Rad u termodinamici. Drugi zakon termodinamike. Toplinski strojevi.  <i>Rad i energija u elektromagnetskim sustavima.</i> 3.7. Električna potencijalna energija. Električni potencijal. Napon. Rad i snaga u električnim sustavima. Električni kapacitet. Kondenzatori.

---

R. br. NASTAVNE CJELINE

NASTAVNI SADRŽAJI

---

4. ELEKTRODINAMIKA

- 4.1. Gibanje naboja pod utjecajem električnog polja.
  - 4.2. Električna struja.
  - 4.3. Električni otpor. Ohmov zakon.  
Izvori napona. Unutarnji napon izvora.  
Rad i snaga električne struje.  
Otpornici. Spajanje otpornika.  
Instrumenti za mjerenje struje i napona.
  - 4.4. Magnetska sila.
  - 4.5. Magnetsko polje električne struje.
  - 4.6. Magnetski tok.
  - 4.7. Elektromagnetska indukcija.  
Međuindukcija i samoindukcija. Induktivitet.  
Električni generator.  
Izmjenični napon i struja.
- 

3. razred

---

R. br. NASTAVNE CJELINE

NASTAVNI SADRŽAJI

---

5. TITRANJE I VALOVI

- 5.1. Mehaničko titranje i valovi.  
Harmoničko titranje.  
Prigušeno i prisilno titranje. Rezonancija.  
Valno gibanje. Brzina vala.  
Refleksija valova. Stojni val.  
Valovi zvuka. Ultrazvuk.
- 5.2. Elektromagnetsko zračenje.  
Elektromagnetski titraji.  
Nastajanje elektromagnetskih valova.  
Rasprostiranje elektromagnetskih valova.  
Brzina svjetlosti.  
Spektar elektromagnetskih valova.

6. OPTIKA I OPTIČKI SUSTAVI

- 6.1. Obilježja svjetlosti.
- 6.2. Osnovni zakoni geometrijske optike.  
Odbijanje svjetlosti. Zrcala.  
Lom i disperzija svjetlosti. Leće.
- 6.3. Svjetlost kao val.  
Interferencija svjetlosti.  
Ogib svjetlosti.  
Polarizacija svjetlosti.

7. ATOMI I KVANTI

- 7.1. Atomi i kvanti.  
Fotoelektrični efekt.  
Valno-čestična obilježja pri opisu prirode.  
Razvoj modela atoma.  
Primjena spoznaja o atomu.
  - 7.2. Atomska jezgra.  
Struktura atomske jezgre. Nuklearne sile.  
Radioaktivnost. Fisija.
-

## RAZRADA MODULA

Razradom modula predlažu se prošireni i izborni sadržaji koje škole mogu birati za izvedbene programe. Na kraju modula ili nastavne cjeline izrečeni su samo neki od ciljeva za sve škole, ostale ciljeve treba odrediti u izvedbenom programu koji će ovisiti o profilu škole.

### 1. GIBANJE

#### 1.1. Put i pomak

- 1.1.1. Skalari i vektori.
- 1.1.2. Operacije s vektorima.

#### 1.2. Brzina

- 1.2.1. Srednja i trenutna brzina.
- 1.2.2. Grafičko prikazivanje gibanja.
- 1.2.3. Izračunavanje puta iz brzine pri nejednolikom gibanju.

#### 1.3. Akceleracija

- 1.3.1. Srednja i trenutna akceleracija.
- 1.3.2. Pozitivna i negativna akceleracija.

#### 1.4. Gibanje s konstantnom akceleracijom

- 1.4.1. Jednoliko pravocrtno gibanje
- 1.4.2. Jednoliko ubrzano i usporeno gibanje.
- 1.4.3. Gibanje s početnom brzinom.

#### 1.5. Slobodni pad

- 1.5.1. Hici

#### 1.6. Kružno gibanje

#### 1.7. Translacija i rotacija

- 1.7.1. Analogija između zakona za translaciju i rotaciju.

Nakon obrade ovog modula učenik bi trebao znati:

- razliku između pomaka i puta;
- definirati i objasniti srednju i trenutnu brzinu te akceleraciju;
- riješavati zadatke iz gibanja s konstantnom akceleracijom;
- objasniti kutnu brzinu, kutnu akceleraciju i centripetalnu akceleraciju.

### 2. SILE I POLJA

#### 2.1. Sila i masa.

- 2.1.1. Mjerenje sile. Dinamometar.
- 2.1.2. Slaganje i rastavljanje sila.

#### 2.2. Količina gibanja

- 2.2.1. Promjena količine gibanja s brzinom.

#### 2.3. Newtonovi zakoni mehanike

- 2.3.1. Impuls sile.
- 2.3.2. Zakon očuvanja količine gibanja.
- 2.3.3. Centripetalna sila.
- 2.3.4. Inercijski i neinercijski sustavi.

#### 2.4. Gravitacijska sila i polje.

- 2.4.1. Keplerovi zakoni.
- 2.4.2. Opći zakon gravitacije.
- 2.4.3. Razlika sile teže i gravitacijske sile.
- 2.4.4. Gibanje planeta i satelita.
- 2.4.5. Prva kozmička brzina.
- 2.4.6. Jakost gravitacijskog polja.

- 2.5. Električna sila i polje
  - 2.5.1. Električni naboj
  - 2.5.2. Zakon o očuvanju električnog naboja
  - 2.5.3. Coulombov zakon
  - 2.5.4. Odnos gravitacijske i električne sile
  - 2.5.5. Jakos električnog polja
  - 2.5.6. Električno polje točkastog naboja i kondenzatora
  - 2.5.7. Električno polje u vodiču i izolatoru
  - 2.5.8. Gibanje naboja pod utjecajem električnog polja
- 2.6. Magnetsko polje
  - 2.6.1. Trajni magneti.
  - 2.6.2. Magnetske domene.
- 2.7. Sile u mehanici
  - 2.7.1. Trenje.
  - 2.7.2. Elastična sila. Hookeov zakon.
  - 2.7.3. Djelovanje sile na kruto tijelo. Moment sile.
  - 2.7.4. Rotacija krutog tijela, moment tromosti.
  - 2.7.5. Kutna količina gibanja.
  - 2.7.6. Ravnoteža krutog tijela.
- 2.8. Sile u tekućinama i plinovima. Tlak.
  - 2.8.1. Vanjski tlak na fluide.
  - 2.8.2. Hidrostatski i atmosferski tlak.
  - 2.8.3. Uzgon.
  - 2.8.4. Sila viskoznog trenja i otpor sredstva.

Nakon obrade ovog modula učenik bi trebao znati:

- fizikalne veličine: masu, silu i količinu gibanja;
- primijeniti Newtonove zakone;
- opisati gravitacijsku silu;
- razliku između sile teže, težine i gravitacijske sile;
- primijeniti Coulombov zakon;
- usporediti gravitacijsku i električnu silu i polje;
- opisati električno polje kondenzatora;
- objasniti sile u mehanici (trenje, elastična sila);
- definirati moment sile;
- primijeniti uvjete ravnoteže;
- definirati tlak;
- mjeriti tlak.

### 3. RAD, ENERGIJA I SNAGA

#### *Rad i energija u mehaničkim sustavima*

- 3.1. Mehanički rad.
  - 3.1.1. Rad stalne sile.
  - 3.1.2. Rad promjenjive sile
  - 3.1.3. Rad kao površina ispod krivulje.
  - 3.1.4. Rad gravitacijske sile.
  - 3.1.5. Rad elastične sile.
  - 3.1.6. Djelotvornost i mehanička prednost stroja.
- 3.2. Energija.
  - 3.2.1. Kinetička i potencijalna energija.
  - 3.2.2. Gravitacijska potencijalna energija.
  - 3.2.3. Potencijalna energija tijela pri elastičnoj deformaciji.
- 3.3. Zakon očuvanja energije i mehaničke energije.
  - 3.3.1. Očuvanje energije pri sudaru.
  - 3.3.2. Očuvanje energije pri titranju
  - 3.3.3. Energija i masa.

### 3.4. Snaga

### 3.5. Rad i energija rotacije

- 3.5.1. Rad i snaga pri rotaciji.
- 3.5.2. Rotacijska kinetička energija.

### 3.6. Primjena zakona očuvanja energije na fluide.

- 3.6.1. Protjecanje fluida. Jednadžba kontinuiteta.
- 3.6.2. Bernoullijeva jednadžba.
- 3.6.3. Rad i snaga pri protjecanju fluida.

Nakon obrade ovih sadržaja, učenik bi trebao znati:

- definirati rad i energiju;
- razlikovati rad i energiju;
- izračunati rad stalne sile;
- uočiti vezu između rada i površine ispod krivulje;
- izračunati rad pri podizanju tereta na kosini i pri sabijanju opruge;
- definirati kinetičku i potencijalnu energiju i očuvanje mehaničke energije;
- primijeniti zakon očuvanja energije na rješavanje problema;
- definirati snagu i jedinice za snagu;
- izračunati rad pri protoku ili promjeni obujma fluida.

#### *Rad i energija u toplinskim sustavima*

### 3.7. Temperatura, unutrašnja energija i toplina.

- 3.7.1. Toplinsko rastezanje čvrstih tvari i tekućina.
- 3.7.2. Plinski zakoni.
- 3.7.3. Toplinski kapacitet tijela.
- 3.7.4. Promjena agregatnog stanja. Latentna toplina.
- 3.7.5. Kalorimetrija.
- 3.7.6. Prijenos topline.
- 3.7.7. Prvi zakon termodinamike.
- 3.7.8. Rad u termodinamici.
- 3.7.9. Drugi zakon termodinamike.
- 3.7.10. Toplinski strojevi.

Nakon obrade ovih sadržaja učenik bi trebao znati:

- razlikovati toplinu i temperaturu;
- objasniti specifični toplinski kapacitet;
- opisati nekoliko eksperimentalnih metoda za mjerenje toplinskog kapaciteta i latentne topline;
- opisati vezu između rada, topline i unutrašnje energije;
- izračunati djelotvornost energijskog sustava.

#### *Rad i energija u elektromagnetskim sustavima*

### 3.8. Električna potencijalna energija.

- 3.8.1. Električni potencijal. Napon.
- 3.8.2. Rad i snaga u električnim sustavima.
- 3.8.3. Električni kapacitet. Kondenzatori.
- 3.8.4. Energija električnog polja.

Nakon obrade ovih sadržaja, učenik bi trebao znati:

- izračunati rad i energiju u električnim sustavima;
- objasniti pojam električnog napona;
- izračunati rad pri gibanju naboja u električnom polju;
- izračunati djelotvornost stroja.



## 4. ELEKTRODINAMIKA

### 4.1. Gibanje naboja pod utjecajem električnog polja.

#### 4.1.1. Elementarni naboj. Milikanov pokus.

### 4.2. Električna struja.

#### 4.2.1. Električni strujni krug.

#### 4.2.2. Jakost i gustoća struje.

#### 4.2.3. Atomistički opis električne struje.

### 4.3. Električni otpor. Ohmov zakon.

#### 4.3.1. Ovisnost otpora o temperaturi.

#### 4.3.2. Izvori napona. Unutarnji napon izvora.

#### 4.3.3. Rad i snaga električne struje.

#### 4.3.4. Otpornici. Spajanje otpornika.

#### 4.3.5. Kirchhoffova pravila.

#### 4.3.6. Instrumenti za mjerenje struje i napona.

### 4.4. Magnetska sila.

#### 4.4.1. Sila na naboj u gibanju kroz magnetsko polje.

#### 4.4.2. Sila na vodič kojim teče struja u magnetskom polju.

### 4.5. Magnetsko polje električne struje.

#### 4.5.1. Oerstedov pokus.

#### 4.5.2. Magnetsko polje ravnog vodiča kojim teče struja.

#### 4.5.3. Magnetska svojstva tvari. Permeabilnost.

#### 4.5.4. Magnetsko polje zavojnice.

#### 4.5.5. Djelovanje struje na struju. Definicija ampera.

### 4.6. Magnetski tok.

### 4.7. Elektromagnetska indukcija.

#### 4.7.1. Međuindukcija i samoindukcija. Induktivitet.

#### 4.7.2. Energija magnetskog polja.

#### 4.7.3. Električni generatori.

#### 4.7.4. Izmjenični napon i struja.

#### 4.7.5. Reaktivni otpori.

#### 4.7.6. Snaga izmjenične struje. Transformatori.

Nakon obrade ovog modula učenik bi trebao znati:

- objasniti struju i otpor gibanjem elektrona;
- definirati jakost i gustoću struje;
- objasniti Ohmov zakon i razliku omskih i neomskih otpora,
- paralelani i serijski spoj vodiča;
- primijeniti načelo očuvanja naboja;
- mjeriti napon, struju i otpor;
- izračunati rad i snagu struje;
- izračunati magnetsko polje i silu među strujama;
- izračunati silu na naboj u magnetskom polju i putanju naboja;
- izračunati inducirani napon;
- pokusom proizvesti indukciju;
- objasniti rad generatora.

## 5. TITRANJE I VALOVI

### 5.1. Mehaničko titranje i valovi.

#### 5.1.1. Harmoničko titranje.

#### 5.1.2. Matematičko njihalo.

#### 5.1.3. Prigušeno i prisilno titranje. Rezonancija.

#### 5.1.4. Valno gibanje. Brzina vala.

#### 5.1.5. Refleksija valova. Stojni val.

#### 5.1.6. Valovi zvuka. Ultrazvuk.

## 7.2. Atomska jezgra.

7.2.1. Struktura atomske jezgre. Nuklearne sile.

7.2.2. Radioaktivnost.

7.2.3. Zakon radioaktivnog raspada.

7.2.4. Fisija.

7.2.5. Fuzija.

7.2.6. Osnove dozimetrije.

Nakon obrade ovog modula učenik bi trebao znati:

- objasniti dvojni prirodu elektromagnetskog zračenja i tvari;
- izračunati energiju i količinu gibanja fotona i valnu duljinu elektrona;
- objasniti kvantiziranost u mikrosvijetu;
- opisati emisiju i apsorpciju svjetlosti u atomu;
- strukturu atomske jezgre;
- objasniti pojavu radioaktivnosti;
- objasniti dobivanje nuklearne energije.

## DIDAKTIČKE UPUTE

Modularni pristup zasnovan na jedinstvenom tehničkom konceptu primjenjujemo u izradi programa fizike s manjim brojem sati, tj. u trogodišnjem i dvogodišnjem učenju fizike.

Slikovito može se to prikazati pomoću stabla na čijem su deblu osnovni sadržaji, a zatim slijede deblje i tanje grane te grančice, tako da se može "penjati" po stablu do određene visine, određenih grana, već prema satnici, potrebama i mogućnostima.

Na primjer, kada se obrađuje modul *Rad*, najprije se odredi i obradi pojam rada i energije, njihove jedinice, te razlika i povezanost. Zatim se računa rad u jednostavnim, ali važnim primjenama, naglasi kako ta fizikalna veličina ujedinjuje mnoga područja fizike, što se kroz primjene i primjere obradi u spomenuta četiri glavna područja fizike (mehanici, toplini, fluidima i elektromagnetizmu).

Razina na kojoj treba ostvarivati program je od popularno-fenomenološke i rješavanja kvalitativnih problema pomoću pokusa do rješavanja kvantitativnih problema i zadataka. Osnovni cilj ostvarivanja svakog sadržaja treba biti razumijevanje fizikalnog smisla pa je konstrukciju pojmova, modela i teorija potrebno započeti od pokusa odnosno pojave i kvalitativnog shvaćanja te postupno uvoditi formalno-matematički opis i to samo onaj koji su učenici svladali u matematici.

## MATERIJALNI UVJETI ZA IZVOĐENJE NASTAVE

Zahtjevi za prostorom i opremom obuhvaćaju specijaliziranu učionicu za fiziku s demonstracijskim stolom i stolovima za učenike prikladnim za izvođenje samostalnog učeničkog pokusa te mogućnost korištenja vode i niskonaponskih izvora električne struje.

Pribor za izvođenje pokusa sadržan je u kompletima demonstracijskih i učeničkih pokusa za srednje škole te u ostaloj opremi koja postoji na tržištu.

## KADROVSKI UVJETI

Nastavu fizike mogu ostvarivati: prof. fizike, prof. fizike i još jednog predmeta, dipl. ing. fizike s položenom pedagoško-psihološkom i metodičkom skupinom predmeta.

## LITERATURA

Jakopović, Kulišić: *Fizika 1*, udžbenik za I. razred, Školska knjiga

Jakopović, Kulišić: *Fizika 2*, udžbenik za II. i III. razred, Školska knjiga

## 5.2. Elektromagnetsko zračenje.

- 5.2.1 Elektromagnetski titraji.
- 5.2.2. Nastajanje elektromagnetskih valova.
- 5.2.3. Rasprostiranje elektromagnetskih valova. Brzina svjetlosti.
- 5.2.4. Spektar elektromagnetskih valova.

Nakon obrade ovog modula učenik bi trebao znati:

- objasniti harmoničko titranje;
- izračunati period i frekvenciju;
- razumjeti pojavu rezonancije;
- objasniti nastajanje valova;
- razlikovati longitudinalne i transverzalne valove;
- definirati pomak, amplitudu, valnu duljinu, frekvenciju, brzinu i fazu vala;
- razlikovati progresivne i stojne valove;
- objasniti zvučne valove;
- svojstva i dobivanje ultrazvuka;
- usporediti električne i mehaničke titraje;
- podjelu elektromagnetskih valova po frekvencijama odnosno valnim duljinama.

## 6. OPTIKA I OPTIČKI SUSTAVI

### 6.1. Obilježja svjetlosti.

- 6.1.1. Snop i zraka svjetlosti.
- 6.1.2. Razlika između geometrijske i valne optike.
- 6.1.3. Izvori svjetlosti. Fotometrija.

### 6.2. Osnovni zakoni geometrijske optike.

- 6.2.1. Odbijanje svjetlosti. Zrcala.
- 6.2.2. Lom i disperzija svjetlosti.
- 6.2.3. Leće.
- 6.2.4. Optički sustavi.

### 6.3. Svjetlost kao val.

- 6.3.1. Interferencija svjetlosti.
- 6.3.2. Ogib ili difrakcija svjetlosti.
- 6.3.3. Polarizacija svjetlosti.

Nakon obrade ovog modula učenik bi trebao znati:

- opisati svjetlost geometrijski i valno;
- objasniti zakone refleksije i loma;
- računom i crtežom dobiti sliku predmeta u optičkom sustavu;
- primijeniti zakone refleksije i loma;
- povezati indeks loma i brzinu svjetlosti;
- objasniti disperziju na prizmi i rešetki;
- iz podataka o zrcalu ili leći izračunati žarišnu daljinu;
- objasniti interferenciju i ogib;
- razlikovati polarizirani val od nepolariziranog;
- primjene polarizacije.

## 7. ATOMI I KVANTI

### 7.1. Atomi i kvanti.

- 7.1.1. Fotoelektrični efekt.
- 7.1.2. Valno-čestična obilježja pri opisu prirode.
- 7.1.3. Razvoj modela atoma.
- 7.1.4. Emisija i apsorpcija zračenja iz atoma.
- 7.1.5. Klasična i kvantna fizika.
- 7.1.6. Veze među atomima. Poluvodiči.
- 7.1.7. Primjena spoznaja o atomu.

## C. ČETVEROGODIŠNJI PROGRAM FIZIKE

Zanimanje: za sva zanimanja s četverogodišnjim učenjem fizike

### SVRHA I CILJ

Uloga je fizike u obrazovanju tehničara i inženjera velika. Fizikalni zakoni imaju temeljno značenje, a fizikalne se metode primjenjuju u mnogim područjima. Uz općeobrazovno značenje, fizika je i temelj tehnike.

Pri izradi ovog programa primijenili smo tradicionalni pristup, u kojem se fizika dijeli u mehaniku, toplinu, elektricitet i magnetizam, optiku, te druga područja suvremene fizike. Ovakav pristup pogodan je za tehničke škole s četverogodišnjim učenjem fizike, međutim, teško ga je primijeniti na škole s malom satnicom, kao što su razne tehničke i industrijske škole.

Program nije posebno sadržajno razrađen, nego samo okvirno, a škole će samostalno sastaviti svoje izvedbene programe uzimajući u obzir stručni smjer, uvjete i broj nastavnih sati u pojedinoj školi. Sastavljen je tako da omogući razumijevanje načina fizikalog razmišljanja i pristupa prirodi i tehničari te primjenu usvojenih znanja na probleme značajne za stručni profil kojem je namijenjen. Programom se također želi postići mogućnost vertikalne propusnosti u obrazovanju, tj. omogućiti nastavak školovanja u tehnicima, tehnologiji i prirodnim znanostima.

Osnovni ciljevi programa su:

- osposobiti učenike za primjenu fizikalnih spoznaja u suvremenom životu, tehnicima i tehnologiji;
- proširiti i formalizirati znanje učenika stečeno u osnovnoj školi;
- ovladati u potpunosti postupcima i metodama mjerenja važnim za primjenu u tehnicima i tehnološkim procesima;
- razumjeti način stvaranja u znanosti od hipoteze preko pokusa do teorijskog modela;
- steći sposobnost rješavanja kvalitativnih i kvantitativnih zadataka iz fizike;
- steći sposobnost povezivanja teorijskog i praktičnog aspekta fizikalnih zakonitosti radi primjene u tehnicima i tehnologiji.

### PROGRAMSKI SADRŽAJI

#### 1. razred

R. br. NASTAVNE CJELINE	NASTAVNI SADRŽAJI
1. GIBANJE	Pomak i put. Srednja i trenutna brzina. Akceleracija. Nejednoliko gibanje. Jednoliko pravocrtno gibanje. Jednoliko ubrzano i usporeno pravocrtno gibanje. Slobodni pad. Hici. Kružno gibanje.
2. SILE I ZAKONI GIBANJA	Sila i masa. Newtonovi zakoni mehanike. Težina i gustoća tijela. Količina gibanja. Zakon očuvanja količine gibanja. Trenje. Centripetalna sila. Elastična sila.
3. RELATIVNOST GIBANJA I INERCIJSKE SILE	Načelo relativnosti. Inercijski i neinercijski sustavi. Inercijske sile u pravocrtno i kružno akceleriranom sustavu.

---

R. br. NASTAVNE CJELINE

NASTAVNI SADRŽAJI

---

- |    |                    |   |
|----|--------------------|---|
| 4. | RAD I ENERGIJA     | Rad stalne i promjenjive sile.<br>Snaga.<br>Pozitivan i negativan rad.<br>Energija. Kinetička i potencijalna energija.<br>Zakon očuvanja energije<br>Vrste i pretvorbe energije.<br>Sudari.<br>Mehanički učinak i djelotvornost strojeva.   |
| 5. | GRAVITACIJA        | Newtonov zakon opće gravitacije.<br>Zemljino gravitacijsko polje.<br>Keplerovi zakoni.<br>Ustrojstvo Sunčeva sustava.<br>Gravitacija u Svemiru.   |
| 6. | TEKUĆINE I PLINOVI | Agregatna stanja i svojstva tvari.<br>Sile i tlak u tekućinama i plinovima.<br>Vanjski tlak na fluid. Pascalov zakon.<br>Hidrostatski i atmosferski tlak.<br>Uzgon. Arhimedov zakon.<br>Protjecanje fluida. Jednadžba kontinuiteta.<br>Bernoullijeva jednadžba.<br>Sile u realnim fluidima. |
- 

## 2. razred

---

R. br. NASTAVNE CJELINE

NASTAVNI SADRŽAJI

---

- |    |                   |  |
|----|-------------------|--|
| 1. | ELEKTROSTATIKA    | Električni naboji. Elementarni naboj.<br>Coulombova sila.<br>Električno polje. Električna influencija.<br>Električna potencijalna energija. Električni potencijal i napon.<br>Električni kapacitet i kondenzatori. Spajanje kondenzatora.<br>Energija kondenzatora i električnog polja.  |
| 2. | ELEKTRIČNA STRUJA | Jakost i smjer električne struje. Gustoća struje.<br>Električni otpor. Ohmov zakon.<br>Ovisnost otpora o temperaturi.<br>Izvori napona. Napon izvora i unutrašnji otpor.<br>Zakoni očuvanja naboja i energije: Kirchhoffova pravila.<br><br>Rad i snaga električne struje.<br>Otpornici. Spajanje otpornika.<br>Instrumenti za mjerenje struje i napona. |
| 3. | MAGNETSKO POLJE   | Magneti. Zemljin magnetizam.<br>Magnetsko polje električne struje.<br>Jakost magnetskog polja. Magnetska indukcija.<br>Gibanje nabijenih čestica u električnom i magnetskom polju.   |

R. br. NASTAVNE CJELINE	NASTAVNI SADRŽAJI
	Magnetski tok. Magnetsko polje u tvarima. Permeabilnost. Djelovanje magnetskog polja na struju. Djelovanje struje na struju. Definicija ampera.
4. ELEKTROMAGNETSKA INDUKCIJA	Inducirani napon. Faradayev zakon indukcije. Lenzovo pravilo. Samoindukcija i induktivitet. Energija magnetskog polja. Električni generatori.
5. IZMJENIČNA STRUJA	Izmjenični napon i struja. Efektivne vrijednosti napona i struje. Induktivni i kapacitivni otpor. RLC-krug. Električna rezonancija. Snaga izmjenične struje. Transformator.

### 3. razred

R. br. NASTAVNE CJELINE	NASTAVNI SADRŽAJI
1. TOPLINA I TEMPERATURA	Temperatura. Toplinsko rastezanje. Plinski zakoni. Toplina i unutarnja energija. Toplinski kapacitet. Promjena agregatnog stanja. Latentna toplina. Kalorimetrija.
2. TERMODINAMIKA	Prvi zakon termodinamike. Rad pri promjeni stanja plina. Drugi zakon termodinamike. Toplinski strojevi i njihova djelotvornost. Toplinske pumpe i hladnjaci. Motori s unutrašnjim izgaranjem.
3. GIBANJE KRUTOG TIJELA	Kruta i čvrsta tijela. Moment sile. Rotacija krutog tijela. Momenti tromosti. Rad i snaga pri rotaciji. Rotacijska kinetička energija. Moment količine gibanja i njegovo očuvanje. Analogija zakona za translaciju i rotaciju.
4. STATIKA KRUTOG TIJELA	Djelovanje sila na kruto tijelo. Ravnoteža krutog tijela na koje djeluju dvije i tri sile. Djelovanje paralelnih sila na kruto tijelo. Težište. Par sila. Uvjeti ravnoteže krutog tijela. Vrste ravnoteže.

R. br. NASTAVNE CJELINE	NASTAVNI SADRŽAJI
5. TITRANJE	Elastičnost tijela. Hookeov zakon. Elastična sila. Harmoničko titranje. Matematičko njihalo. Energija titranja. Prigušeno i prisilno titranje. Rezonancija. Elektromagnetski titraji.
6. VALOVI	Valno gibanje. Brzina vala. Refleksija valova. Superpozicija valova. Stojni val. Valovi zvuka. Jakost i glasnoća zvuka. Ultrazvuk.

#### 4. razred

R. br. NASTAVNE CJELINE	NASTAVNI SADRŽAJI
1. MEĐUDJELOVANJA I RELATIVNOST GIBANJA	Osnovna međudjelovanja u prirodi. Relativnost gibanja. Relativističko zbrajanje brzina. Energija i količina gibanja u relativističkoj fizici. Elektromagnetski valovi. Maxwelllova teorija elektromagnetizma. Spektar elektromagnetskih valova. Energija elektromagnetskog vala.
2. OPTIKA I OPTIČKI SUSTAVI	Priroda i brzina svjetlosti. Svjetlosni izvori. Fotometrija. Refleksija svjetlosti. Zrcala. Lom svjetlosti. Ravni i sferni dioptri. Totalna refleksija. Svjetlovod i optička vlakna. Leće. Disperzija svjetlosti. Ljudsko oko. Optički instrumenti. Interferencija i ogib svjetlosti. Polarizacija svjetlosti
3. ATOMI I KVANTI	Zračenje užarenih tijela. Fotoelektrični efekt. Čestična priroda svjetlosti. Model atoma. Emisija i apsorpcija svjetlosti iz atoma. Valna priroda elektrona. Elektronski mikroskop.
Kvantna fizika.	
4. ČVRSTO STANJE TVARI	Kristalne i amorfne tvari. Tipovi vezanja u kristalima. Vodljivost metala. Izolatori. Poluvodiči. Poluvodiči s primjesama.
5. ATOMSKA JEZGRA	Struktura atomske jezgre. Izotopi. Nuklearne sile. Energija vezanja jezgre.

Radioaktivnost.  
Nuklearne reakcije. Fisija i fuzija.  
Dobivanje nuklearne energije.  
Osnove dozimetrije.

## DIDAKTIČKE UPUTE

U prvom se razredu obrađuju lakše svladivi dijelovi mehanike i mehanike fluida. Teži sadržaji (kao npr. titranje, valovi, gibanje krutog tijela), koji zahtijevaju i više znanja i stariju učeničku dob, ostavljaju se za više razrede. U drugom se razredu obrađuju elektricitet i magnetizam, istosmjerne i izmjenične struje. U trećem se razredu obrađuju toplina i termodinamika, kruto tijelo, titranje i valovi. U četvrtom se razredu obrađuju optika i optički sustavi, valno-čestična priroda svjetlosti i tvari, kvantno-mehanički model atoma i najosobnije iz fizike jezgre i poluvodiča.

Program je napisan u obliku sadržaja udžbenika tako da već naslov što bolje opiše sadržaj. Obrada nekih naslova bit će kraća, nekih dulja. Neki naslovi, ovisno o školi i broju nastavnih sati, mogu se izostaviti, a neki izabrati.

Nastava fizike treba biti problemski usmjerena i otvorena prema izboru u izvedbenom programu. Intenzitet obrade pojedinih sadržaja i izbor primjera na razini izvedbenog programa ovisit će o stručnom smjeru i uvjetima u pojedinoj školi te broju sati predviđenih nastavnim planom, što omogućuje individualizaciju nastave te sticanje osobnosti i ugleda pojedine škole.

Važnu ulogu u nastavi fizike imaju i opiti, eksperimentalna metoda važna je metoda u fizici. U procesu učenja, učenici se upoznaju s osnovnim klasičnim eksperimentima (Galileo, Newton, Faraday, Millikan, itd.), a i sami izvode razne pokuse i mjerenja ovisno o opremljenosti škole.

Gradivo je ravnomjerno raspoređeno po godinama i u svakom razredu može se složiti u dvadesetak tema. Ostatak vremena je za pokuse, mjerenja, rješavanje zadataka i utvrđivanje gradiva.

## MATERIJALNI UVJETI ZA IZVOĐENJE NASTAVE

Koncepcija programa fizike zahtijeva da se nastava odvija u specijaliziranoj učionici i praktikumu s kabinom za pripremu nastave. Minimum prostornog standarda i opreme obuhvaća specijaliziranu učionicu za fiziku s demonstracijskim stolom i stolovima za učenike prikladnim za izvođenje samostalnog učeničkog pokusa te mogućnost korištenja vode i niskonaponskih izvora električne struje.

Pribor za izvođenje pokusa sadržan je u kompletima demonstracijskih i učeničkih pokusa za srednje škole te u ostaloj opremi koja postoji na tržištu.

## KADROVSKI UVJETI

Nastavu fizike mogu ostvarivati: prof. fizike, prof. fizike i još jednog predmeta, dipl. ing. fizike s položenom pedagoško-psihološkom i metodičkom skupinom predmeta.

## LITERATURA

Jakopović, Lopac: *Fizika 1*, udžbenik za I. razred, Školska knjiga  
Kulišić: *Fizika 2*, udžbenik za II. razred, Školska knjiga  
Kulišić: *Fizika 3*, udžbenik za III. razred, Školska knjiga  
Lopac, Kulišić: *Fizika 4*, udžbenik za IV. razred, Školska knjiga