



Kurikulum nastavnog predmeta Fizika za osnovne škole i  
gimnazije

Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Fizike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj objavljena je u Narodnim novinama, broj 10/2019., 29. siječnja 2019. godine.

Nakladnik: Ministarstvo znanosti i obrazovanja

Za nakladnika: prof. dr. sc. Blaženka Divjak, ministrica

Grafičko oblikovanje: Leonardo media d.o.o.

ISBN: 978-953-8103-55-1

Kurikulum nastavnog predmeta Fizika čine ovaj glavni dokument te prilozi:

PRILOG  
1.

Odgovno-obrazovni ishodi, razrade ishoda, razine usvojenosti i preporuke za ostvarenje odgovno-obrazovnih ishoda po razredima i domenama

PRILOG  
2.

Prikaz godišnjeg broja sati izvođenja nastavnog predmeta Fizike u osnovnoj školi i gimnazijama

A/ SVRHA I OPIS PREDMETA	5
B/ ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA	6
C/ DOMENE/KONCEPTI U ORGANIZACIJI PREDMETNOG KURIKULUMA	7
D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI, RAZRADA ISHODA I RAZINA USVOJENOSTI PO RAZREDIMA I DOMENAMA	10
OSNOVNA ŠKOLA	
DVOGODIŠNJE UČENJE FIZIKE	11
GIMNAZIJA	
ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4X2	29
ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4X3	63
E/ POVEZANOST S DRUGIM PREDMETIMA I MEĐUPREDMETNIM TEMAMA	99
F/ UČENJE I POUČAVANJE FIZIKE	100
G/ VREDNOVANJE OSTVARENOSTI ODGOJNO OBRAZOVNIH ISHODA	104
PRILOG 1	106
PRILOG 2	170

# SADRŽAJ







# Svrha i opis predmeta

Fizika proučava energiju i materiju, međudjelovanja te gibanja u prostoru i vremenu. Naziv potječe od grčke riječi *fisis* što znači priroda. U svojim počecima fizika se kao filozofska disciplina bavila uglavnom astronomijom. Danas je ona temelj svih prirodnih, tehničkih i biomedicinskih znanosti te proširuje vidike tražeći odgovore na pitanja poput onih o nastanku i građi svemira te građi materije.

Fizičari se služe promatranjem i mjerenjem, stvaranjem teorijskih modela te njihovom provjerom kroz eksperimente. Na taj način stvaraju nove predodžbe te otkrivaju zakone fizike koji omogućuju bolje razumijevanje materije i svemira te predviđanja njihovih promjena. Pritom se koriste uređajima vrhunske tehnologije, a njihova istraživanja često vode do novih tehnoloških otkrića te se tako fizika i tehnologija međusobno podupiru. Tehnike koje su razvili fizičari potiču razvoj drugih znanosti poput kemije, biologije i medicine te industrije (energetske, komunikacijske, računarske i dr.).

Kao nastavni predmet Fizika (FIZ) potiče razvoj kognitivnih sposobnosti te znanstvenog i stvaralačkog mišljenja. Učenici, u skladu sa svojim psihofizičkim razvojem i dobi, razvijaju sposobnosti objašnjavanja fizičkih pojava temeljenih na znanstvenim principima provođenja i vrednovanja eksperimenta ili istraživanja te interpretiranja znanstvenih podataka i činjenica. Budući da pruža temeljna i univerzalna znanja, uloga je fizike u prirodoznanstvenom opismenjanju vrlo važna.

Prirodoznanstveno pismena osoba, uz deklarativno znanje, ima proceduralno i metakognitivno znanje koje može primijeniti na rješavanje problemskih situacija u novim i drugačijim okolnostima. Tako znanja i vještine povezane s razumijevanjem fizičkog svijeta pogoduju kreativnom i poduzetnom djelovanju pojedinca u svakodnevnom i profesionalnom životu što doprinosi njegovu cjelovitom razvoju. Stečeno znanje omogućuje odgovorno sudjelovanje u raspravama uz slobodno iznošenje i zastupanje vlastitih stavova pri donošenju odluka koje se odnose na život i rad u zajednici, čime zadobivaju poštovanje i stječu osobni integritet. Njegovanjem kulturne baštine kroz razvijanje svijesti o znanstvenom doprinosu poznatih hrvatskih fizičara te pravilnom uporabom standardnog jezika i stručnog nazivlja doprinosi se identitetu Republike Hrvatske i osobnom identitetu pojedinca.

Poznavanje fizike i njezina povijesnog razvoja upućuje na globalnu povezanost znanstvenika, njihovih ideja i rezultata.

Učenik kao aktivni sudionik procesa učenja i poučavanja fizike razvija niz različitih sposobnosti i vještina kao što su opažanje, opisivanje, postavljanje pitanja, razmjenjivanje ideja, izvođenje pokusa, objašnjavanje planiranje, postavljanje pretpostavki, mjerenje, obrada i prikazivanje podataka, rješavanje problema, zaključivanje, rasprava i kritičko prosuđivanje. Kroz zajednički eksperimentalni rad i rad na projektima učenici razvijaju sposobnost timskog rada i suradnje te međusobno poštovanje uz uzimanje u obzir različitih mišljenja i potreba drugih.



5



Zanimljive teme iz života i povezanost sa životnim iskustvima, interesima, očekivanjima i znanjima te raznovrsnost sadržaja, mjesta i metoda poučavanja potiču interes i motivaciju učitelja i učenika. Učenje i poučavanje provodi se izvan učionice, u laboratoriju, prirodi te tijekom posjeta zanimljivim objektima, resursima i ustanovama u poticajnom i sigurnom okružju te uz suradnju i otvorenost prema zajednici.

Predmet Fizika poučava se od sedmog razreda osnovne škole do četvrtog razreda gimnazije. U petom i šestom razredu osnovna znanja iz fizike usvajaju se kroz predmet Priroda koji je priprema za buduće predmete Fizika, Kemija i Biologija. Sadržaji iz predmeta Fizika usvojeni u osnovnoj školi proširuju se i produbljuju u gimnaziji uz opsežnije uvođenje matematičkog formalizma i eksperimenta.

## B Odgojno-obrazovni ciljevi učenja i poučavanja

Učenjem fizike stječu se znanja za razumijevanje prirodnih pojava i modernih tehnologija, razvijaju se vještine i sposobnosti potrebne u svakodnevnom životu kao što je uporaba znanstvenih metoda pri rješavanju problema na dobrobit pojedinca i civilizacije. Predmet Fizika priprema učenike za daljnje školovanje i cjeloživotno učenje.

U skladu s tim, odgojno-obrazovni ciljevi predmeta Fizika su:

- poticanje interesa za Fiziku i stjecanje temeljnih znanja potrebnih za razumijevanje fizičkih fenomena, koncepata, zakona i teorija
- razvoj znanstveno-istraživačkog pristupa, zaključivanja i eksperimentalnih vještina kroz formuliranje istraživačkih pitanja i hipoteza, provođenje kontrole varijabla, sistematiziranje i analiziranje podataka
- razvoj formalnog kritičko-logičkog i sustavnog razmišljanja
- razvoj vještina modeliranja fizičkih problema korištenjem matematičkih i računalnih alata te vještina rješavanja problema i vrednovanja rezultata
- razvoj komunikacijskih vještina i jezika fizike razmjenom ideja i rezultata
- razvijanje prirodoznanstvenog pogleda na svijet i odgovornog odnosa prema prirodi te svijesti o utjecaju fizike na društvo i njegov održivi razvoj.



# Domene/koncepti u organizaciji predmetnog kurikuluma

Fizika obuhvaća iznimno širok skup spoznaja o prirodi i njezinim zakonitostima koje opisuje koristeći se različitim mjerljivim fizičkim veličinama i njihovim međuovisnostima. Fizika ujedinjuje skup dinamičkih znanja koja se razvijaju pomicanjem granica spoznaje kroz međuigru teorijskih pretpostavki i eksperimentalnih istraživanja. Uz ostale prirodoslovne predmete usmjerena je na razvoj modernog i znanstvenog pogleda na svijet, ali istodobno i na izgradnju održivog stava prema okolišu. Fizika kod učenika razvija kritičko i sustavno razmišljanje istražujući različite probleme i pitanja iz širokog spektra polja i područja života.

Sadržaj predmeta Fizika podijeljen je na domene - ključne koncepte koji se prepoznaju u svakoj cjelini i temi. Usto što domene pokrivaju cjelokupna znanja u fizici, također se međusobno isprepliću te se zbog toga pojedine fizičke teme mogu obrađivati u više različitih domena.

Domene u predmetu Fizika izabrane su tako da se preklapaju s domenama prirodoslovlja. Uska veza između prirodoslovlja i fizike, temeljne prirodne znanosti, očituje se već i u sličnosti naziva domena. U Fizici su to: Struktura tvari (A), Međudjelovanja (B), Gibanje (C) te Energija (D) (SLIKA 1). Ovakav se izbor domena ne temelji na uobičajenoj tematskoj podjeli fizike na mehaniku, termodinamiku, elektromagnetizam i valove. Navedena klasična podjela ima dobru strukturu, no izrazito je sadržajno usmjerena te ne upućuje na povezanost i ispreplitanje tema što je obilježje svakog realnog problema. Nasuprot tomu, podjela na nove navedene domene implicira povezanost među sadržajima te navodi učenike na ideju jedinstva prirode i bolje razumijevanje međuovisnosti prirodnih fenomena (SLIKA 2).



## STRUKTURA TVARI (oznaka A)

Upitan da izabere samo jednu kratku rečenicu koju bi sačuvao za buduće naraštaje u slučaju uništenja ljudskog znanja, poznati američki nobelovac Richard Feynman ustvrdio je da bi to bio čestični model tvari - sva tvar sačinjena je od atoma. Počevši od ovog modela, učenik istražuje strukturu tvari u dva smjera, od atoma do makrosvijeta te od atoma do subatomske čestice. U jednom smjeru proučava na koji su način objekti iz svakodnevnog života sastavljeni od osnovnih građevnih elemenata: kako se atomi drže zajedno, koje sile postoje među njima, koja su različita stanja tvari te što uzrokuje različita svojstva tvari. Krećući se u suprotnom smjeru, učenik proučava sastav i svojstva samih atoma. Ovaj smjer vodi ga u svijet elektrona, kvarkova, gluona i ostalih „čestica” koje se, po zakonima kvantne fizike, ponašaju posve drugačije od subjekata makroskopskog svijeta. Nadalje, istražujući valna i čestična svojstva elektromagnetskog zračenja otkriva osnovna načela kvantne fizike. Učenik upoznaje značajke električnih i magnetskih pojava te još jedno neobično svojstvo tvari – da se može pretvoriti u energiju.

## MEĐUDJELOVANJA (oznaka B)

Unutar ove domene učenik proučava ideje povezane s pitanjima: Zašto tijela mijenjaju stanje gibanja?, Zašto padaju na Zemlju te Zašto se neka tijela privlače, a druga ne?. U tu svrhu učenik istražuje različita međudjelovanja tijela i čestica. Istražuje gravitacijsku silu koja djeluje između čestica zbog njihove mase i elektromagnetsku silu koja djeluje između nabijenih čestica. Opisuje jaku silu koja povezuje čestice unutar atomske jezgre te slabu silu koja uzrokuje nuklearne raspade i radioaktivno zračenje. Kroz ovo istraživanje uči da je razumijevanje međudjelovanja važno za opis promjene gibanja tijela, kao i za predviđanje stabilnosti ili nestabilnosti sistema na bilo kojoj ljestvici. Privlačenje i odbijanje električnih naboja na atomskoj ljestvici vodi ga prema razumijevanju strukture, svojstava i načina transformacije tvari. Da bi opisao sile koje djeluju na udaljenosti, učenik se dotiče i osnovne ideje koja leži u jezgri svih međudjelovanja, ideje polja koje sadrži energiju i može ju prenijeti kroz prostor.

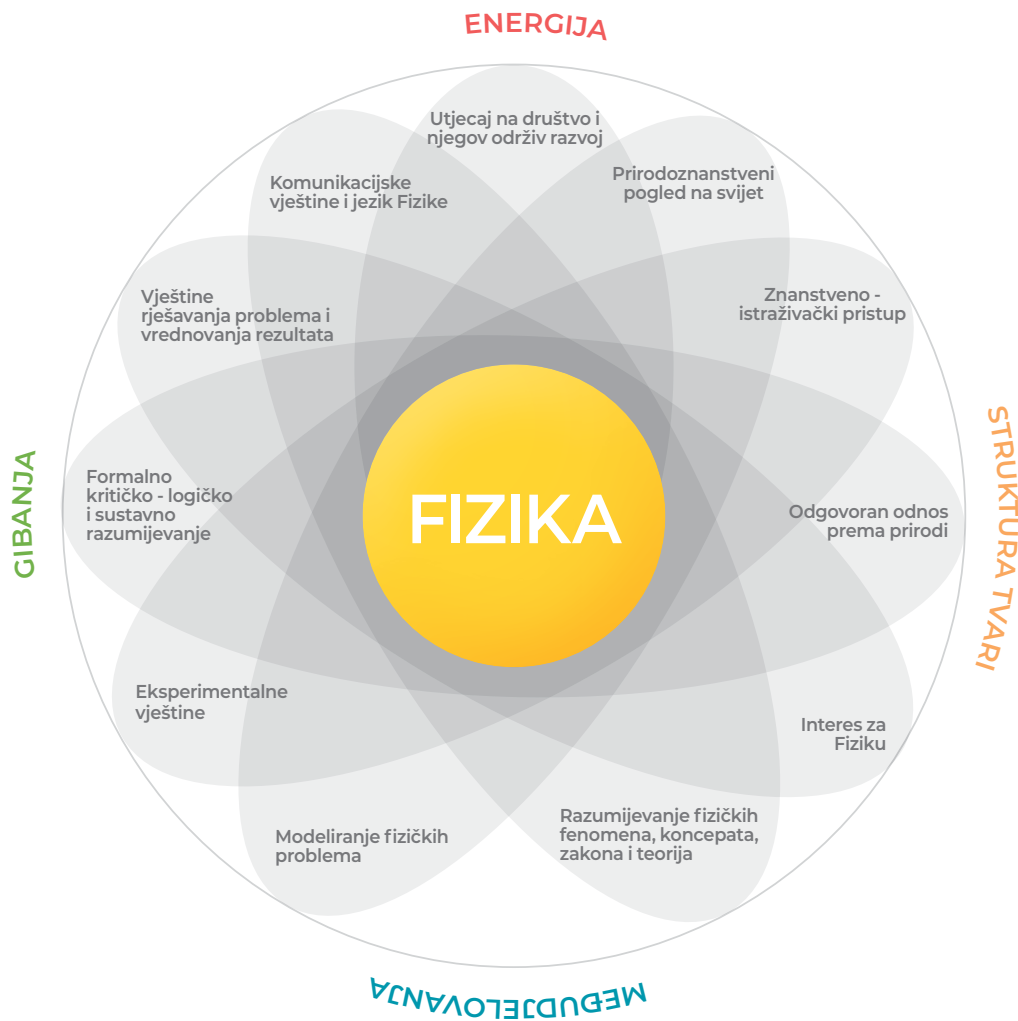
## GIBANJE (oznaka C)

Gibanje je promjena položaja nekog tijela u vremenu, a u širem smislu to je koncept koji se odnosi i na zračenje i na polje te na sam prostor. U ovoj domeni učenik opisuje gibanja s pomoću koncepata pomaka, brzine, akceleracije, zakona očuvanja, energije, količine gibanja te sudara tijela. Učenik izučava tri osnovne vrste gibanja: translaciju, rotaciju i oscilacije. Za svaku vrstu razvija kinematički opis gibanja koji potom, preko Newtonovih zakona i sila koje uzrokuju gibanje, povezuje s dinamičkim opisom. Kroz ovo istraživanje zaključuje da klasična mehanika precizno predviđa promjene gibanja makroskopskih objekata te da ovaj opis mora izmijeniti na subatomske ljestvici ili pri brzinama bliskim brzini svjetlosti. Ovo ga vodi u svijet kvantne fizike i svijet specijalne teorije relativnosti.

## ENERGIJA (oznaka D)

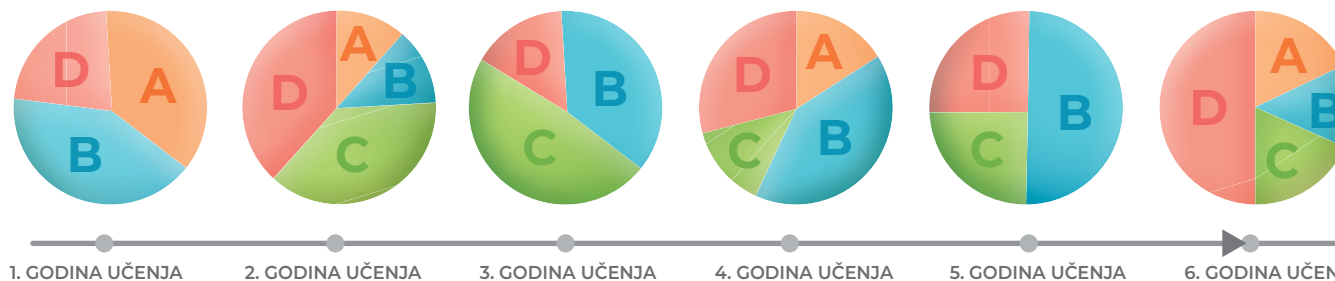
Od prve Aristotelove definicije pa sve do danas energija je jedna od najraširenijih fizičkih veličina i pojam koji prožima sve grane fizike, ostale prirodne znanosti i tehniku. Energija se ne može stvoriti ili uništiti, može se jedino pretvarati u različite oblike. U ovoj domeni učenik proučava energiju na dvije različite ljestvice. Na makroskopskoj ljestvici istražuje njezine različite manifestacije putem brojnih fenomena kao što su gibanje, svjetlost, zvuk, električno i magnetsko polje te unutarnja energija i toplina. S druge strane traži njezino dublje razumijevanje izučavajući je na mikroskopskoj ljestvici, na kojoj se energija manifestira kao zbroj potencijalnih i kinetičkih energija čestica ili kao energija pohranjena unutar polja sila. Ovaj koncept odvodi ga na elektromagnetsko zračenje, fenomen prijenosa energije spremljene u polju. U ovoj domeni učenik proučava i ostale prijenose energije putem tvari te s pomoću mehaničkih valova. Posebnu pozornost posvećuje zakonu očuvanja energije kao temeljnom principu za razumijevanje svemira i svijeta oko nas.





SLIKA 1. Grafički prikaz organizacije kurikuluma predmeta Fizika

FIZIKA



SLIKA 2. Struktura predmeta Fizika kroz godine učenja i poučavanja za dvogodišnje učenje fizike u osnovnoj školi (model 2x2) i četverogodišnje učenje fizike u gimnazijama (model 4x2) kroz domene A – Struktura tvari, B – Međudjelovanje, C – Gibanje i D – Energija.



# Odgojno-obrazovni ishodi, razrada ishoda i razina usvojenosti

po razredima i domenama

U tekstu kurikuluma nalazi se popis odgojno-obrazovnih ishoda za razinu usvojenosti (ostvarenosti) „dobar“, a detaljan opis svih četiriju razina ostvarenosti od zadovoljavajuće, dobre, vrlo dobre do iznimne nalazi se u metodičkim priručnicima predmetnoga kurikuluma. Razina ostvarenosti „dobar“ ne predstavlja ocjenu dobar, već prosjek koji služi za procjenu ostvarenosti i razumijevanja dubine i širine pojedinoga ishoda na kraju razreda.

Kratice FIZ OŠ A.7.1. ili FIZ SŠ B.1.2. označavaju redom: fizika, osnovna škola/gimnazija, oznaka domene (A – Struktura tvari, B – Međudjelovanje, C – Gibanje, D – Energija), razred te redni broj odgojno-obrazovnog ishoda.



# OSNOVNA ŠKOLA

DVOGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, model 2x2 (2x70 sati)

Napomena: Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva „istražuje fizičke pojave” i „rješava fizičke probleme” dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda koji su opisani na kraju razreda.

## A / STRUKTURA STVARI

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ A.7.1.

*Uspoređuje  
dimenzije, masu i  
gustoću različitih  
tijela i tvari.*

### RAZRADA ISHODA

- Uspoređuje dimenzije tijela.
- Uspoređuje mase tijela.
- Objašnjava zapis i značenje fizičke veličine.
- Analizira gustoće tijela različitog oblika i sastava.
- Opisuje primjene mjerenja gustoće.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje kako se određuje gustoća tijela.
- Uspoređuje gustoće tekućina i čvrstih tijela na temelju podataka iz tablica.
- Na temelju gustoće procjenjuje od koje je tvari tijelo građeno.

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Fizička veličina, duljina, površina i volumen, masa, gustoća.

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Gustoću treba povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima iz života (različite vrste drveta, različiti metali, različite tekućine i najčešći plinovi u zraku poput kisika, ugljičnog dioksida i slično) jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika. Dobro je da učenici uočavaju i razumiju zašto različiti materijali jednake mase imaju različite volumene i obratno, zašto različiti materijali jednakih volumena ne moraju imati jednake mase. Na primjer, poželjno je da učenici razumiju zašto nije jednako teško nositi 5 L ulja ili 5 L vode nakon kupovine. Preporuča se istaknuti da je gustoća svojstvo tvari.



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ B.7.2.

*Analizira međudjelovanje tijela te primjenjuje koncept sile.*

### RAZRADA ISHODA

- Analizira učinke međudjelovanja.
  - Opisuje različite vrste sila.
  - Određuje rezultantnu silu.
  - Objašnjava silu težu i težinu.
  - Povezuje produljenje opruge s težinom ovješene utega.
- 

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Određuje rezultantnu silu na pravcu (grafički i računski).
  - Povezuje produljenje opruge s težinom ovješene utega.
  - Opisuje elastičnu silu i svojstvo elastičnosti na primjerima.
- 

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ B.7.3.

*Interpretira silu trenja i njezine učinke.*

### RAZRADA ISHODA

- Konstruira koncept sile trenja.
  - Objašnjava trenje.
  - Analizira učinke sile trenja.
  - Razlikuje trenje kotrljanja od trenja klizanja.
- 

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje ovisnost sile trenja o vrsti dodirnih ploha i pritisnoj sili.
  - Objašnjava načine na koje se trenje može povećati i smanjiti te navodi primjene.
- 

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ B.7.4.

*Analizira uvjete ravnoteže tijela i zakonitost poluge.*

### RAZRADA ISHODA

- Konstruira zakonitost ravnoteže poluge.
  - Povezuje težište i ravnotežu.
  - Opisuje polugu.
  - Objašnjava primjene poluge (mjerenje težine, razni alati...).
- 

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Tumači zakonitost ravnoteže poluge.
  - Objašnjava primjene poluge.
  - Opisuje težište ploče nepravilnog oblika.
  - Razlikuje stabilno od nestabilnog tijela.
-

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ OŠ B.7.5.**

*Analizira utjecaj  
tlaka.*

**RAZRADA ISHODA**

- Konstruira koncept tlaka.
- Kvalitativno objašnjava podrijetlo hidrostatičkog i atmosferskog tlaka.
- Analizira utjecaj tlaka na primjerima.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Navodi primjere tlakova iz svakodnevice.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Međudjelovanje, elastična sila, gravitacijska sila, sila teža, uzgon, pritisna sila, sila trenja, poluga, tlak, hidrostatički tlak, atmosferski tlak.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja o polugama koja najčešće koriste (npr. kliješta, škare i slično) ili o promjenama tlaka zraka jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu. Neke učenikove intuitivne ideje o fizičkim pojavama poput međudjelovanja, težine, tlaka i slično mogu biti u suprotnosti s fizičkim idejama koje treba usvojiti pa će učenje katkad zahtijevati modificiranje ili restrukturiranje intuitivnih ideja.

Dobro je da učenici steknu osjećaj za iznose sila koje svakodnevno koriste i da ih uspoređuju. Dobro je raspraviti koliku silu treba upotrijebiti za podizanje nekog tereta ili za vuču.

Preporuča se da učenici:

- razumiju kakav je i koliki utjecaj sile uzgona u pomorstvu i životinjskom svijetu
- razlikuju masu i težinu
- razumiju i navode primjere tlakova iz svakodnevnog života (krvni tlak, tlak u gumama, tlak u balonu i slično)
- analiziraju različite uvjete ravnoteže na realnim primjerima (ovješena slika, uteg na užetu, stajanje, vožnja bicikla i slično).

Glagol „konstruira“ (konstruira koncept sile trenja i slično) dolazi iz konstruktivistički usmjerene nastave.

---



### ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ D.7.6.

*Povezuje rad s energijom tijela i analizira pretvorbe energije.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje kinetičku i potencijalnu energiju.
- Povezuje rad i energiju.
- Analizira pretvorbe energije.
- Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjerima pretvorbe energije.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objasnjava rad.
- Tumači kinetičku i potencijalnu energiju.
- Povezuje rad s promjenom energije na primjerima.
- Prepoznaje primjere međudjelovanja pri kojima se ne obavlja rad.
- Tumači snagu.

---

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Energija (gravitacijska i elastična potencijalna, kinetička), rad, snaga, zakon očuvanja energije.

---

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Pokusi, rasprave i zaključci trebaju činiti najveći dio nastavnog procesa kao način upoznavanja i istraživanja fizičkih pojava. Izvođenje pokusa treba služiti poticanju intelektualne aktivnosti, razvoju eksperimentalnih vještina uz što veću samostalnost pretpostavljanja, opažanja, opisa, zaključaka i analize rezultata.

Preporuča se da učenici:

- analiziraju snagu različitih kućanskih aparata te uočavaju povezanosti s potrošnjom električne energije
- raspravljaju upotrebu električnog grijača vode i navode druge primjere pretvorbe energije (npr. rada elektrane, motora s unutarnjim sagorijevanjem i slično)
- razlikuju rad u fizičkom smislu i svakodnevnom životu.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ A.7.7.

*Objašnjava agregacijska stanja i svojstva tvari na temelju njihove čestične građe.*

### RAZRADA ISHODA

- Razlikuje svojstva tijela.
- Opisuje model čestične građe tvari.
- Objašnjava agregacijska stanja modelom čestične građe tvari.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Povezuje agregacijska stanja i svojstva tvari s međudjelovanjem čestica i njihovim gibanjem.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ A.7.8.

*Povezuje promjenu volumena tijela i tlaka plina s građom tvari i promjenom temperature.*

### RAZRADA ISHODA

- Objašnjava toplinsko širenje tijela.
- Objašnjava promjenu gustoće tijela s temperaturom.
- Povezuje temperaturu tijela s kinetičkom energijom molekula.
- Povezuje promjenu tlaka plina s promjenom temperature.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Tumači načelo rada alkoholnog termometra.
- Povezuje Celzijevu i Kelvinovu temperaturnu ljestvicu.
- Uspoređuje promjenu obujma različitih tvari s promjenom temperature.

---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Svojstva tijela, građa tvari, agregacijska stanja, toplinsko širenje tijela, temperatura i mjerne ljestvice.

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Potrebno je povezati promjenu volumena tijela i tlaka plina s građom tvari i promjenom temperature na primjerima stvarnih situacija i učenikovih iskustava jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

Valja objasniti različite mjerne jedinice temperature i pretvorbe (Kelvinova i Celzijeva ljestvica).

Dobro je da učenici:

- razumiju anomaliju vode i što to znači za živi svijet - povezanost s Prirodom i Biologijom
- uočavaju i razumiju objašnjenja promjena volumena s obzirom na promjenu temperature (vidljive promjene duljine s promjenom temperature kod vodiča dalekovoda, tračnica, mostova, vodovodnih cijevi, pucanje asfalta i drugo).

Prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće izvode upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

---



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ D.7.9.

*Povezuje promjenu unutarnje energije i toplinu.*

### RAZRADA ISHODA

- Primjenjuje koncepte unutarnje energije, topline i temperature.
- Objašnjava načine promjene unutarnje energije toplinom (zračenje, strujanje i vođenje).
- Analizira promjenu unutarnje energije.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje toplinsku ravnotežu.
- Objašnjava načine promjene unutarnje energije toplinom u tekućini i plinu.
- Objašnjava značenje specifičnog toplinskog kapaciteta.
- Povezuje temperaturu tijela s kinetičkom energijom molekula.

---

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Unutarnja energija, toplina, rad, specifični toplinski kapacitet tvari, prijenos topline.

---

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Kod ovog ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

Dobro je da učenici raspravljaju o specifičnom toplinskom kapacitetu vode u odnosu na specifični toplinski kapacitet metala i plinova – boso hodanje po materijalima različitih toplinskih kapaciteta (pijesak, pločice, beton, asfalt ili parket). Također valja spomenuti način rada toplinskih strojeva.

Preporuča se istaknuti da je specifični toplinski kapacitet svojstvo tvari.



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ OŠ A.7.10.**

**FIZ OŠ B.7.10.**

**FIZ OŠ C.7.10.**

**FIZ OŠ D.7.10.**

*Istražuje fizičke  
pojave.*

**RAZRADA ISHODA**

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Navodi pretpostavke i predviđa ishod eksperimenta na temelju iskustva.
- Izvodi fizička mjerenja.
- Objašnjava razloge pridržavanja sigurnosnih pravila prilikom izvođenja eksperimenta.
- Prepoznaje varijable.
- Prepoznaje fizičke veličine koje je potrebno održavati stalnima.
- Bilježi opažanja samostalno.
- Prikazuje mjerne podatke tablično.
- Kvalitativno interpretira rezultate mjerenja.
- Koristi predmetke i njihove znakove za označivanje određenih decimalnih višekratnika i nižekratnika.
- Pretvara mjerne jedinice.
- Opisuje pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.

---



---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
- b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborno).

Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.

Prijedlozi učeničkih projekata:

- Izrađuje pomičnu mjerku.
- Izrađuje dinamometar.
- Izrađuje vagu.
- Izrađuje areometar.
- Izrađuje crnu kutiju.
- Izrađuje vodeni sat.
- Izrađuje barometar.
- Izrađuje pop-pop čamac.
- Izrađuje balon na topli zrak.
- Izrađuje termometar.

Prijedlozi učeničkih eksperimentalnih istraživanja:

- Mjeri male dimenzije (npr. debljinu lista papira).
- Mjeri površine pravilnih i nepravilnih ploha.
- Mjeri volumen pluća.
- Mjeri gustoću tijela.
- Mjeri male mase tijela.
- Istražuje elastičnu silu opruge.
- Istražuje trenje.
- Mjeri faktor trenja.
- Istražuje primjene poluge.
- Istražuje težište ploče nepravilnog oblika.
- Istražuje tlak.
- Istražuje tlak u vodi.
- Istražuje snagu s pomoću elektromotora.
- Istražuje Brownovo gibanje.
- Istražuje toplinsko širenje zraka.
- Istražuje toplinsko širenje.
- Mjeri veličinu molekule.
- Mjeri temperaturu smjese.
- Istražuje temperaturu tijela različitih boja.
- Istražuje toplinsku vodljivost.
- Istražuje toplinsko strujanje.
- Mjeri specifični toplinski kapacitet.

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ OŠ A.7.11.**

**FIZ OŠ B.7.11.**

**FIZ OŠ C.7.11.**

**FIZ OŠ D.7.11.**

*Rješava fizičke  
probleme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira problemsku situaciju.
- Identificira ciljeve rješavanja problema.
- Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela.
- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rezultat.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Pretvara mjerne jedinice.
- Prepoznaje matematički model (vezu između fizičkih veličina iskazuje formulom).
- Računa i iskazuje traženu fizičku veličinu.
- Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje.

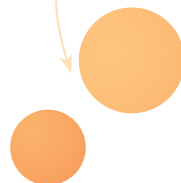
**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, zaključak.

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Kod ishoda „kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaj” predlaže se kroz konceptualne zadatke povezati tlak i temperaturu, temperaturu i energiju, brzinu s kinetičkom energijom, potencijalnu energiju s položajem i slično.

Ishod „rješava fizičke probleme” ostvaruje se na sadržajima svih ishoda kroz rješavanje zadataka niske i srednje složenosti. Zadaci različite složenosti opisani su u poglavlju F. Učenje i poučavanje. Zadatke veće složenosti treba primjenjivati (samo u nekim ishodima) kao poticaj darovitim učenicima.



Napomena: Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezatan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva „istražuje fizičke pojave” i „rješava fizičke probleme” dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda koji su opisani na kraju razreda.

## B / MEĐUDJELOVANJE

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### FIZ OŠ B.8.1.

*Povezuje razdvajanja električnog naboja s električnom strujom i naponom.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje međudjelovanje električnih naboja.
- Objašnjava električnu struju u metalima i elektrolitima.
- Opisuje razdvajanje električnih naboja u bateriji.
- Opisuje elektromagnetske indukcije.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava elektriziranje tijela trljanjem na temelju građe atoma.
- Povezuje električnu struju s gibanjem naboja.
- Povezuje električni napon s energijom jediničnog naboja u izvoru.
- Razlikuje nositelje električne struje u metalima, tekućinama i plinovima.

---

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Električni naboj, električna sila, električna struja, električni napon, elektromagnetska indukcija.

---

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Gdje god je moguće električnu struju valja povezati sa stvarnim situacijama (baterije, mobiteli, električni strujni krug u kućanstvu i slično) i učenikovim iskustvima jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

Pokusi trebaju biti dio nastavnog procesa kao sredstvo upoznavanja i istraživanja fizičkih pojava. Izvode se tako da angažiraju učenike i potiču njihovu intelektualnu aktivnost, tražeći od njih da pritom što više samostalno pretpostavljaju, opažaju, opisuju, zaključuju i analiziraju rezultate.

---

20



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ D.8.2.

*Analizira učinke električne struje i magnetizam.*

### RAZRADA ISHODA

- Analizira učinke električne struje u jednostavnom strujnom krugu.
- Opisuje magnetsko djelovanje električne struje.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje magnetski učinak električne struje.
- Objašnjava načelo rada elektromagneta.
- Opisuje načelo rada kompasa.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ D.8.3.

*Analizira električnu struju i napon te primjenjuje koncepte rada i snage.*

### RAZRADA ISHODA

- Objašnjava grananje električne struje u paralelnom spoju i dijeljenje električnog napona na pojedinim trošilima serijskoga spoja.
- Povezuje električnu energiju s radom električne struje.
- Analizira rad i snagu električne struje.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Analizira rad i snagu električne struje na primjerima.
- Shematski prikazuje električni strujni krug sa serijskim odnosno paralelnim spojem trošila te pripadnim mjernim instrumentima.
- Razmatra mogućnosti uštede električne energije u kućanstvu.

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Električni strujni krug (jednostavni, serijski spoj trošila i paralelan spoj trošila), električni napon, električna struja, učinci električne struje, magnet, magnetska sila, električna energija.

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu. Neke učenikove intuitivne ideje o fizičkim pojavama (električna struja, magnetizam, rad) mogu biti u suprotnosti s fizičkim idejama koje treba usvojiti pa će učenje katkad zahtijevati modificiranje ili čak radikalno restrukturiranje postojećih ideja.

Opisati magnetsko polje Zemlje.

Raspraviti održavanje svojstva trajnih magneta.

Spajati električni strujni krug sa serijskim i paralelnim spojem trošila.

Može se analizirati potrošnja električne energije u kućanstvu te istražiti promjenu potrošnje električne energije po danima u tjednu i u različito doba dana.

Preporuča se koristiti trošila različite snage u serijskom spoju te mjeriti električne napone na trošilima.

Darovitim učenicima se može zadati analiza električne struje i električnog napona u mješovitom spoju trošila.



## A / STRUKTURA STVARI

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ A.8.4.

*Objašnjava električni  
otpor vodiča.*

### RAZRADA ISHODA

- Razlikuje električne izolatore i vodiče.
  - Analizira električni otpor trošila.
  - Objašnjava zašto vodič pruža otpor pri protjecanju električne struje.
  - Objašnjava Ohmov zakon.
- 

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Analizira električni otpor trošila.
  - Analizira grafički prikaz ovisnosti električne struje o električnom naponu za otpornik.
  - Objašnjava Ohmov zakon.
- 

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Električni otpor trošila, ovisnost električne struje o električnom naponu, Ohmov zakon.

---

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Dobro je električni otpor povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima (grijanje različitih tipova žarulja, uporaba sušila za kosu i drugo) jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

Preporuča se istaknuti da je električni otpor svojstvo tvari, slično kao gustoća i specifični toplinski kapacitet.

Posebno je važno objasniti opasnost i zaštitu od strujnog udara te navesti primjere iz svakodnevnog života.

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ C.8.5.

*Analizira gibanje  
tijela po pravcu.*

### RAZRADA ISHODA

- Analizira jednoliko i nejednoliko gibanje.
- Određuje srednju brzinu tijela.
- Grafički i tablično prikazuje vremensku ovisnost puta i brzine.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Iz točkastih dijagrama gibanja izrađuje tablične prikaze.
- Dopunjava i preračunava tablice gibanja.
- Grafički prikazuje ovisnost brzine o vremenu.
- Razlikuje stalnu brzinu jednolikoga gibanja i srednju brzinu nejednolikoga gibanja.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ OŠ C.8.6.

*Analizira povezanost  
promjene brzine, sile  
i mase tijela.*

### RAZRADA ISHODA

- Povezuje promjenu brzine i akceleraciju.
- Povezuje promjenu brzine tijela s njegovom masom i rezultantnom silom.
- Opisuje svojstvo tromosti tijela.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Analizira akceleraciju tijela.
- Opisuje jednoliko ubrzano gibanje.
- Grafički prikazuje ovisnost brzine o vremenu.
- Povezuje tromost tijela i masu.
- Objašnjava slobodni pad.

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Jednoliko i nejednoliko gibanje, brzina, akceleracija, tromost tijela.

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Fizičke pojave (gibanje, akceleracija), gdje god je moguće, povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima (vožnja bicikla, vožnja automobilom i slično) jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

Posebnu pozornost posvetiti razumijevanju grafičkih prikaza.

Analizirati gibanje korištenjem digitalnih alata (Tracker, Micro Bit i slično).



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ OŠ C.8.7.**

**FIZ OŠ D.8.7.**

*Povezuje pojavu  
titranja i prijenos  
energije valom.*

**RAZRADA ISHODA**

- Objašnjava nastanak i vrste valova.
- Opisuje val.
- Kvalitativno opisuje odbijanje vala.
- Objašnjava zvuk.
- Objašnjava prijenos energije valom.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Opisuje period, brzinu i frekvenciju vala.
  - Opisuje nastajanje zvuka u različitim sredstvima.
- Opisuje zagađenje bukom (izborna).*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ OŠ C.8.8.**

**FIZ OŠ D.8.8.**

*Analizira  
rasprostiranje i  
odbijanje svjetlosti  
te nastanak slike u  
zrcalu.*

**RAZRADA ISHODA**

- Analizira rasprostiranje svjetlosti.
- Objašnjava odbijanje svjetlosti.
- Analizira nastanak slike predmeta nastale odbijanjem svjetlosti od ravnog i sfernog zrcala.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava odbijanje svjetlosti od glatkih i hrapavih ploha.
- Konstruira sliku predmeta nastalu odbijanjem svjetlosti od ravnog zrcala.
- Opisuje sliku predmeta nastalu odbijanjem svjetlosti od sfernog zrcala.
- Opisuje primjene ravnog zrcala.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ OŠ C.8.9.**

**FIZ OŠ D.8.9.**

*Analizira lom i  
odbijanje svjetlosti  
na granici dvaju  
optičkih sredstava.*

**RAZRADA ISHODA**

- Objašnjava lom svjetlosti.
- Analizira sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u leći.
- Objašnjava razlaganje svjetlosti na boje.
- Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava lom svjetlosti.
- Opisuje razlaganje bijele svjetlosti na boje.
- Crta karakteristične zrake svjetlosti pri lomu svjetlosti u leći.
- Opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u leći.



---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Nastanak i vrste valova, opis vala, zvuk, rasprostiranje svjetlosti, odbijanje i lom svjetlosti, konstrukcija i opis slike predmeta nastale odbijanjem svjetlosti od zrcala, konstrukcija i opis slike predmeta nastale lomom svjetlosti u leći.

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Opisati primjene različitih zrcala.

Objasniti na primjerima razliku između šuma i tona.

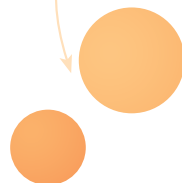
Preporuča se opisati primjene ultrazvuka u medicini i industriji, a također i u životinjskom svijetu.

Potrebno je objasniti prividnu dubinu mora i istaknuti opasnost od pogrešne procjene dubine.

Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je i primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

Povezati fizičke pojave (val, svjetlost) sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

---



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ OŠ A.8.10.**

**FIZ OŠ B.8.10.**

**FIZ OŠ C.8.10.**

**FIZ OŠ D.8.10.**

*Istražuje fizičke  
pojave.*

**RAZRADA ISHODA**

- Istražuje pojavu u prirodi.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava svrhu eksperimenta.
- Objašnjava varijable.
- Prepoznaje fizičke veličine koje je potrebno održavati stalnima, a koje mijenjati.
- Objašnjava svoje pretpostavke.
- Izvodi pokus prema uputama.
- Mjerne podatke prikazuje tablično.
- Računa srednju vrijednost fizičke veličine.
- Pravilno zaokružuje izmjerene vrijednosti.
- Prepoznaje grube pogreške mjerenja.
- Interpretira rezultate mjerenja.
- Prepoznaje funkcionalnu ovisnost varijabla.
- Opisuje pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.

---

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini ) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
- b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini ) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).

Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.

Prijedlozi učeničkih projekata:

- Izrađuje elektromotor.
- Izrađuje elektroskop.
- Izrađuje bateriju.
- Izrađuje elektromagnet.
- Izrađuje kompas.
- Izrađuje val u boci.
- Izrađuje periskop.
- Izrađuje kaleidoskop.
- Izrađuje teleskop.
- Izrađuje solarnu pećnicu.
- Izrađuje model fotonaponske elektrane.

Prijedlog učeničkih eksperimentalnih pokusa:

- Istražuje razdvajanje naboja trljanjem.
- Istražuje vodiče i izolatore.
- Istražuje koncentracijske ovisnosti otpora otopine soli.
- Istražuje galvanizaciju.
- Istražuje magnetizam tvari.
- Istražuje elektromagnetsku indukciju.
- Istražuje električnu struju i električni napon u strujnom krugu.
- Istražuje električni napon spojenih baterijskih članaka.
- Mjeri ovisnost magnetske sile zavojnice o električnoj struji.
- Mjeri snagu trošila u električnom strujnom krugu.
- Mjeri snagu električnoga grijača.
- Mjeri ovisnost snage solarne ćelije o upadnom kutu svjetlosti.
- Mjeri period titranja (opruga, njihalo, otkucaji srca).
- Istražuje gibanja.
- Mjeri ubrzanje slobodnog pada.
- Mjeri ovisnost ubrzanja o masi i sili.
- Mjeri brzinu zvuka.
- Istražuje sjenu i polusjenu.
- Mjeri žarišnu daljinu udubljenog zrcala.
- Mjeri ovisnost kuta odbijanja i kuta loma svjetlosti o upadnom kutu.
- Mjeri žarišnu daljinu sabirne leće.

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.

---



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ OŠ A.8.11.**

**FIZ OŠ B.8.11.**

**FIZ OŠ C.8.11.**

**FIZ OŠ D.8.11.**

*Rješava fizičke  
probleme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira problemsku situaciju.
  - Identificira ciljeve rješavanja problema.
  - Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela.
  - Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
  - Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
  - Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
  - Vrednuje postupak i rezultat.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Pretvara mjerne jedinice.
  - Prepoznaje matematički model (vezu među veličinama iskazuje formulom).
  - Računa i iskazuje traženu veličinu.
  - Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje.
- 

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon, zaključak.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske i srednje složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje. Zadatke srednje i veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.

---

# GIMNAZIJA

ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, model 4x2 (4x70 sati)

U jezičnoj gimnaziji (model 2x2) potrebno je koristiti ovaj model u prvom i drugom razredu te ponuditi učenicima izbornost u trećem i četvrtom. Dakle, učenici tog usmjerenja završavaju obvezan predmet Fizika s ishodom FIZ SŠ ABCD.2.9.

Napomena: Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva „istražuje fizičke pojave” i „rješava fizičke probleme” opisani su na kraju razreda, a dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda.

## C / GIBANJE

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### FIZ SŠ C.1.1.

*Analizira pravocrtna  
gibanja.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje.
- Opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano i jednoliko usporeno gibanje s početnom brzinom.
- Interpretira značenje nagiba u kinematičkim grafovima.
- Interpretira značenje površine ispod  $v-t$  grafa.
- Analizira jednoliko pravocrtno gibanje na temelju zapisa gibanja.

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Put i pomak, brzina, akceleracija, grafičko prikazivanje gibanja, jednoliko pravocrtno gibanje, jednoliko ubrzano pravocrtno gibanje.

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Interpretirati grafičko prikazivanje jednoliko pravocrtnog i jednoliko ubranog gibanja ( $s-t$ ,  $v-t$ ,  $a-t$  grafički prikazi).

Objasniti srednju i trenutačnu brzinu te srednju akceleraciju.

Interpretirati put kao površinu između  $v-t$  grafičkog prikaza i osi apscisa, promjenu brzine kao površinu u  $a-t$  grafičkom prikazu.

Primjenjivati algebarski izraz za brzinu pri jednoliko ubranom gibanju, ovisnost brzine o putu tijekom jednoliko ubranoga gibanja.

Uvesti jednoliko ubrzano gibanje s početnom brzinom kao i jednoliko usporeno gibanje uz primjere.

Analizirati različite vrste gibanja korištenjem digitalnih alata (Tracker, Micro Bit i slično).



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### FIZ SŠ B.1.2.

*Primjenjuje I.  
Newtonov zakon.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje međudjelovanja tijela i vrste sila.
- Tumači pokuse i primjere pomoću I. Newtonovog zakona.
- Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Tumači značenje inercijskog sustava.
- Navodi primjere realnih gibanja koja se mogu modelirati kao jednolika pravocrtna gibanja i povezuje ih s I. Newtonovim zakonom.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### FIZ SŠ B.1.3.

*Primjenjuje II.  
Newtonov zakon.*

### RAZRADA ISHODA

- Istražuje ovisnost ubrzanja o sili i masi.
  - Određuje iznos sile teže i opisuje slobodni pad.
  - Određuje iznose elastične sile, reakcije podloge, sile trenja i napetost niti.
- Istražuje i opisuje horizontalni hitac (izborna).*

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Prepoznaje istodobno djelovanje više sila na tijelo i prikazuje ih dijagramom sila.
- Određuje iznos rezultante više sila na pravcu.
- Grafički prikazuje i tumači ovisnost  $a$  ( $F$ ) i  $a$  ( $1/m$ ).
- Tumači statičko i dinamičko trenje.
- Matematički prikazuje i tumači silu trenja.
- Matematički i grafički prikazuje elastičnu silu.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### FIZ SŠ B.1.4.

*Primjenjuje III.  
Newtonov zakon  
i zakon očuvanja  
količine gibanja.*

### RAZRADA ISHODA

- Analizira primjere pomoću III. Newtonovog zakona.
- Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja.
- Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Određuje u primjerima odgovarajuće parove sila prema III. Newtonovu zakonu.
- Na primjerima povezuje impuls sile i promjenu količine gibanja tijela.



---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Newtonovi zakoni, elastični i neelastični sudar, inercijski sustav, zakon očuvanja količine gibanja, sastavljanje i rastavljane sila, sila reakcije podloge, elastična sila, sila napetosti niti, slobodni pad, *horizontalni* i vertikalni hitac.

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Dobro je istražiti zakon očuvanja količine gibanja na primjeru elastičnog i neelastičnog sudara.

Newtonove zakone povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima (hodanje, trčanje, vožnja bicikla, vožnja na vrtuljku i slično) jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

U odgojno-obrazovnom ishodu FIZ SŠ B.1.3. preporučuje se primjenjivati zadatke srednje složenosti.

---



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ D.1.5.

*Primjenjuje zakon očuvanja energije.*

### RAZRADA ISHODA

- Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu, potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju.
- Tumači i primjenjuje rad, snagu i korisnost.
- Primjenjuje zakon očuvanja energije.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje primjere zakona očuvanja energije.
- Razlikuje pozitivan i negativan rad i navodi primjere.
- Razlikuje fizički koncept rada od rada iz svakodnevnog života i navodi primjere.
- Opisuje unutarnju energiju.
- Tumači i primjenjuje korisnost.

---

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Mehanička energija, gravitacijska potencijalna energija na Zemljinoj površini, elastična potencijalna energija, kinetička energija, unutarnja energija - gubitak mehaničke energije u obliku topline, energija i rad, pozitivan i negativan rad, grafički prikaz rada, zakon očuvanja mehaničke energije, zakon očuvanja ukupne energije, snaga, korisnost.

---

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Preporuča se eksperimentalno provjeriti zakon očuvanja energije na primjerima gibanja (slobodan pad i drugo).

Razlikovati zatvoreni i otvoreni sustav.

Preporuča se naglasiti razliku između pozitivnog i negativnog rada te računati rad iz grafičkog prikaza.

U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke srednje složenosti.

---



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ C.1.6.

*Analizira kružno  
gibanje.*

### RAZRADA ISHODA

- Analizira kružno gibanje kao jednoliko ubrzano gibanje.
- Objašnjava i primjenjuje centripetalnu silu i centripetalnu akceleraciju.
- Primjenjuje Newtonove zakone na primjeru kružnoga gibanja.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava uzrok centripetalne akceleracije.
- Objašnjava centripetalnu silu.
- Prepoznaje u primjerima kružnoga gibanja sile koje imaju ulogu centripetalne sile.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ C.1.7.

*Opisuje zakon  
gravitacije i analizira  
gibanje Zemlje i  
nebeskih tijela.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje tijela u svemiru (zvijezde, planete, galaksije, jata galaksija) i njihova gibanja.
- Primjenjuje Newtonov zakon gravitacije.
- *Analizira gibanja satelita (izborna).*

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Kvalitativno zaključuje o gibanju tijela na temelju Newtonova zakona gravitacije.
- Tumači gibanje satelita.
- *Tumači Keplerove zakone (izborna).*
- *Tumači izraz za prvu kozmičku brzinu (izborna).*

---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Jednoliko kružno gibanje, centripetalna akceleracija i sila, *Keplerovi zakoni*, sila teža i opći zakon gravitacije, primjeri gibanja pod utjecajem gravitacijske sile.

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja (o gravitaciji) jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu.

Kod ovog ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

Dobro je analizirati gibanje nebeskih tijela poput satelita i planeta te tumačiti povijesni razvoj ideja o gibanju Zemlje i nebeskih tijela.

Može se analizirati i ovisnost gravitacije o masi tijela (zvijezda, crna rupa, galaksija i slično).

---



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.1.8.**

**FIZ SŠ B.1.8.**

**FIZ SŠ C.1.8.**

**FIZ SŠ D.1.8.**

*Rješava fizičke  
probleme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira problemsku situaciju.
- Identificira ciljeve rješavanja problema.
- Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela.
- Konstruira plan rješavanja problema.
- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Vrednuje fizičke situacije.
- Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje rješenje i rezultat.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.
- Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.
- Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.
- Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon, zaključak.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

- Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske i srednje složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.
- Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.1.9.**

**FIZ SŠ B.1.9.**

**FIZ SŠ C.1.9.**

**FIZ SŠ D.1.9.**

*Istražuje fizičke  
pojave.*

**RAZRADA ISHODA**

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvedeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvedeći učenički projekt.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava svrhu eksperimenta.
- Objašnjava teorijsku podlogu.
- Skicira pokus.
- Samostalno sastavlja opremu.
- Prepoznaje varijable.
- Prepoznaje varijable koje je potrebno održavati stalnima.
- Objašnjava svoje pretpostavke.
- Izvodi pokus prema uputama.
- Mjerne podatke prikazuje grafički.
- Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku.
- Kvalitativno interpretira rezultate mjerenja.
- Objašnjava zaključke.
- Sastavlja jednostavno izvješće.
- Objašnjava pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabla, zaključak.

---



---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini ) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
  - b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
  - c) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini ) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).
- Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.

Prijedlog učeničkih eksperimentalnih pokusa:

- Istražuje nejednoliko gibanje (uvođenje trenutačne brzine).
- Istražuje gibanja pod djelovanjem stalne sile.
- Mjeri vrijeme reakcije.
- Istražuje elastičnu silu i mjeri konstantu opruge.
- Istražuje silu trenja.
- Primjenjuje zakon očuvanja energije.
- Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.
- Istražuje gibanja nebeskih tijela pomoću računalne simulacije.
- Istražuje gibanja pomoću detektora gibanja ili simulacije.

Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.

---

Napomena: Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva „istražuje fizičke pojave” i „rješava fizičke probleme” dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda, a koji su opisani na kraju razreda.

## B / MEĐUDJELOVANJE

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.2.1.

*Primjenjuje zakone  
statike fluida.*

### RAZRADA ISHODA

- Objašnjava sile u fluidima, pritisnu silu i tlak.
- Objašnjava načelo hidrauličkog tijeska.
- Objašnjava nastanak hidrostatičkog i atmosferskog tlaka.
- Objašnjava ravnotežu tijela uronjenog u fluid.
- Primjenjuje silu uzgona.
- Primjenjuje zakone statike fluida na primjerima.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava načelo rada hidrauličkog uređaja.
- Crta dijagram sila na tijelo uronjeno u fluid.
- Objašnjava uvjete lebdenja, plutanja i tonjenja tijela u fluidu te opisuje odgovarajuće pojave u prirodi.

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Tlak, hidrostatički tlak, vanjski tlak na fluid, sila uzgona, atmosferski tlak.

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Dobro je tlak i uzgon povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima poput utjecaja hidrostatičkog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

Objasniti različite mjerne jedinice tlaka koje su češće u uporabi (tlak zraka, tlak krvi i slično).

Potrebno je istaknuti opasnost dekompresijske bolesti pri ronjenju te povezati s barokomorom.

U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke srednje i veće složenosti.



## A / STRUKTURA STVARI

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ A.2.2.

*Primjenjuje model  
čestične građe tvari.*

### RAZRADA ISHODA

- Objasnjava strukturu tvari.
  - Objasnjava Brownovo gibanje i difuziju.
  - Objasnjava četiri agregacijska stanja tvari i međumolekulsko djelovanje.
  - Objasnjava toplinsko širenje tijela i primjene.
- 

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Tumači Brownovo gibanje.
  - Objasnjava toplinsko širenje tvari s pomoću čestično-kinetičkog modela.
  - Povezuje koeficijente linearnog i volumnog širenja tijela.
- 

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Agregacijska stanja tvari i međudjelovanje molekula, unutarnja energija, čestično-kinetički model građe tvari, termičko rastezanje čvrstih tijela, tekućina i plinova.

---

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima (npr. difuzija).

Dobro je pokazati Brownovo gibanje na primjeru čestice peluda na površini vode.

Moguće je prikazati računalne simulacije koje prikazuju čestično-kinetički model u različitim agregacijskim stanjima.

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ D.2.3.

*Analizira i primjenjuje zakone idealnog plina i molekulsko-kinetički model plina.*

### RAZRADA ISHODA

- Analizira izohornu, izobarnu i izotermnu promjenu stanja idealnog plina.
- Primjenjuje molekulsko-kinetičku teoriju plinova i model idealnog plina.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Matematički i grafički opisuje promjene stanja idealnog plina.
- Tumači jednadžbu stanja idealnog plina.
- Objašnjava apsolutnu nulu temperature s pomoću  $p$ - $t$  ili  $V$ - $t$  grafičkog prikaza.
- Tumači značenje temperature s pomoću molekulsko-kinetičke teorije.

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ D.2.4.

*Analizira termodinamičke procese i sustave.*

### RAZRADA ISHODA

- Objašnjava promjenu unutarnje energije toplinom i radom.
- Primjenjuje I. i II. zakon termodinamike.
- Objašnjava rad toplinskih strojeva i analizira njihovu korisnost.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Povezuje toplinu i rad s promjenom unutarnje energije na primjerima.
  - Grafički prikazuje ovisnost termodinamičkih veličina u kružnom procesu.
  - Primjenjuje Richmannovo pravilo.
  - Objašnjava latentnu toplinu taljenja i isparavanja.
  - Objašnjava grafički prikaz ovisnosti temperature tijela o dovedenoj toplini za promjene stanja od čvrstog do plinovitog.
- 



---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Zakoni za idealni plin, jednačba stanja idealnog plina, molekulska-kinetička teorija plinova, promjena unutarnje energije izmjenom topline i radom, toplinski kapacitet i specifični toplinski kapacitet, načini prijenosa topline, Richmannovo pravilo, rad plina pri izobarnoj promjeni, zakoni termodinamike, adijabatski proces, kružni procesi, toplinski strojevi, korisnost toplinskog stroja.

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Objasniti načelo rada toplinskog stroja na primjerima iz svakodnevnog života (rashladni uređaji i toplinske dizalice) te perpetuum mobile.

Korisnost plinskog stroja objasniti na primjerima.

Posebno istaknuti utjecaj toplinskih strojeva na onečišćenje okoliša i učinak staklenika kao posljedicu.

Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

---



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.2.5.

*Objašnjava  
elektrostatičke  
pojave, primjenjuje  
koncepte i zakone  
elektrostatike.*

### RAZRADA ISHODA

- Objasňuje elektriziranje tijela.
- Primjenjuje Coulombov zakon.
- Primjenjuje zakon očuvanja naboja.

---

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Uspoređuje električki nabijena i neutralna tijela.
- Crta shematske prikaze raspodjele naboja i međudjelovanja na primjerima.
- Objasňuje nastanak munje.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.2.6.

*Opisuje električno  
polje.*

### RAZRADA ISHODA

- Objasňuje električnu potencijalnu energiju i primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju.
- Primjenjuje koncept električnog napona i električnog potencijala.
- Analizira gibanje naboja u električnom polju.
- Objasňuje električni kapacitet i opisuje kondenzator.

---

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje promjenu potencijalne energije pri pomicanju naboja u električnom polju.
- Opisuje električni kapacitet.

---

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Električni naboj, Coulombov zakon, električna permitivnost, električno polje (točkasti naboj, nabijena metalna kugla, nabijene ravne ploče, dvije paralelne suprotno nabijene ploče), električni kapacitet kondenzatora, električna potencijalna energija, električni potencijal i napon, električna potencijalna energija pločastog kondenzatora, gibanje nabijene čestice u električnom polju.

---

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Neke učenikove intuitivne ideje o fizičkim pojavama (električno polje, električni potencijal i električni napon, rad) mogu biti u suprotnosti s fizičkim idejama koje treba usvojiti pa će učenje katkad zahtijevati modificiranje ili čak radikalno restrukturiranje postojećih ideja.

Objasniti elektronvolt kao mjernu jedinicu.

Objasniti prirodne pojave statičkog elektriciteta poput munje, elektriziranja kose ili odjeće i slično.

Preporuča se korištenje računalnih simulacija.

U ovim odgojno-obrazovnim ishodima preporuča se koristiti zadatke niske i srednje složenosti.

---



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### FIZ SŠ C.2.7.

*Primjenjuje zakone  
elektrodinamike  
u električnom  
strujnom krugu.*

### RAZRADA ISHODA

- Objašnjava model vođenja električne struje.
- Tumači Ohmov zakon za dio i za cijeli električni strujni krug.
- Objašnjava rad i snagu u električnom strujnom krugu.
- Analizira električni strujni krug.
- Objašnjava opasnosti i načine zaštite od električnog strujnog udara.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava električni otpor.
- Tumači izraz za električni otpor vodiča.
- Objašnjava električnu otpornost kao svojstvo materijala.
- Primjenjuje Ohmov zakon na paralelni i serijski spoj otpornika u električnom strujnom krugu.
- Objašnjava pretvorbe energije u vodiču pri prolasku električne struje.
- Uspoređuje tipične snage električnih uređaja u svakodnevnoj upotrebi.

---

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Slobodni elektroni u metalu, električna struja, električni otpor, Ohmov zakon, spajanje otpornika, električni napon izvora i unutarnji otpor izvora, rad u električnom strujnom krugu, snaga električne struje.

---

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Može se primijeniti Ohmov zakon na mješoviti spoj otpornika u električnom strujnom krugu te odrediti snagu otpornika.

Objasniti načelo rada električnog osigurača i drugih isklonih jedinica.

U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke srednje i veće složenosti.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.2.8.**

**FIZ SŠ B.2.8.**

**FIZ SŠ C.2.8.**

**FIZ SŠ D.2.8.**

*Rješava fizičke  
probleme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira problemske situacije.
- Identificira ciljeve rješavanja problema.
- Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela.
- Konstruira plan rješavanja problema.
- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Vrednuje fizičke situacije.
- Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rezultat.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.
- Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.
- Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.
- Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon, zaključak.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

- Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske i srednje složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.
- Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.2.9.**

**FIZ SŠ B.2.9.**

**FIZ SŠ C.2.9.**

**FIZ SŠ D.2.9.**

*Istražuje fizičke  
pojave.*

**RAZRADA ISHODA**

- Istražuje prirodne pojave.
  - Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
  - Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
  - Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
  - Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Postavlja hipotezu.
  - Objašnjava svoje pretpostavke.
  - Opisuje varijable koje je potrebno održavati stalnima i one koje je potrebno mijenjati.
  - Izvodi mjerenja prema uputama.
  - Prepoznaje grube pogreške mjerenja.
  - Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju.
  - Računa i tumači relativnu pogrešku.
  - Interpretira rezultate mjerenja.
  - Oslanja se na dokaze da bi podupro svoje zaključke.
  - Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje.
  - Sastavlja izvješće.
  - Objašnjava pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.
- 

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.

---

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini ) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
- b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini ) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).  
Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.

Prijedlog učeničkih eksperimentalnih pokusa:

- Mjeri gustoću tijela/tekućine s pomoću uzgona.
- Mjeri silu uzgona.
- Istražuje Pascalov zakon i njegovu primjenu.
- Istražuje ovisnosti tlaka plina o obujmu uz konstantnu temperaturu.
- Istražuje promjene unutarnje energije tijela prijelazom topline.
- Istražuje promjene unutarnje energije tijela radom.
- Istražuje ovisnosti otpora o vrsti materijala, površini poprečnog presjeka i duljini vodiča.
- Mjeri strujno-naponska svojstva žaruljice i otpornika.
- Mjeri ovisnosti Jouleove topline o električnoj struji.
- Mjeri unutarnji otpor izvora električne struje.
- Istražuje fizičke veličine koje utječu na električnu vodljivost slane vode.

Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.

---



Napomena: Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva „istražuje fizičke pojave” i „rješava fizičke probleme” dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda koji su opisani na kraju razreda.

## B / MEĐUDJELOVANJE

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.3.1.

*Opisuje svojstva  
magneta i analizira  
vezu između  
električne struje i  
magnetizma.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje svojstva magneta i magnetsko polje.
- Opisuje magnetski tok.
- Povezuje nastanak magnetskog polja s gibanjem naboja.
- Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava Oerstedov pokus.
- Objašnjava nastajanje magnetskog polja petlje.
- Povezuje smjer električne struje i smjer magnetskog polja.
- Opisuje permanentne magnete i elektromagnete.
- Skicira vektor magnetskog polja u bilo kojoj točki prostora oko magneta.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.3.2.

*Analizira magnetsko  
međudjelovanje i  
objašnjava primjene.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje međudjelovanje magneta.
- Povezuje Amperovu i Lorentzovu silu.
- Analizira gibanje naboja u magnetskom polju.
- Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima prolazi električna struja.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava putanju nabijene čestice u magnetskom polju.
- Objašnjava primjenu Amperove sile.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ B.3.3.**

*Analizira  
elektromagnetsku  
indukciju i primjene.*

**RAZRADA ISHODA**

- Primjenjuje Faradayev zakon.
- Analizira primjene elektromagnetske indukcije.
- Uspoređuje svojstva istosmjerne i izmjenične električne struje.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Tumači Faradayev zakon elektromagnetske indukcije.
- Opisuje načelo rada generatora.
- Tumači prednosti i nedostatke izmjenične i istosmjerne električne struje.
- Objašnjava efektivnu vrijednost izmjenične električne struje.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Magnetsko polje magneta, magnetski tok, magnetsko polje povezano s električnom strujom, Amperova sila, Lorentzova sila, gibanje nabijene čestice u magnetskom polju, magnetska sila između dvaju paralelnih vodiča, elektromagnetska indukcija, Faradayev zakon, Lenzovo pravilo, međuinukcija i samoindukcija, načelo rada elektromotora, načelo rada električnog generatora i izmjenična električna struja, električni transformator.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Neke učenikove intuitivne ideje o fizičkim pojavama (magnetsko polje, izmjenična električna struja) mogu biti u suprotnosti s fizičkim idejama koje treba usvojiti pa će učenje katkad zahtijevati modificiranje ili čak radikalno restrukturiranje postojećih ideja.

Tumačiti prednosti i nedostatke izmjenične i istosmjerne električne struje (istražiti rad Nikole Tesle i Tomasa A. Edisona).

Objasniti primjenu Amperove sile u uređajima poput DC motora, zvučnika, magnetskog diska i drugih.

Objasniti ulogu transformatora pri prijenosu električne energije.

Posjetiti obližnju elektranu i muzeje (Tehnički muzej, Park Nikole Tesle i drugi).

U odgojno-obrazovnom ishodu FIZ SŠ B.3.3. preporučuje se primjenjivati zadatke srednje i veće složenosti.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ C.3.4.**

**FIZ SŠ D.3.4.**

*Analizira  
harmonijsko titranje.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje harmonijsko titranje.
  - Analizira titranje matematičkog njihala i tijela na opruzi.
  - Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator.
  - *Povezuje harmonijsko titranje i jednoliko gibanje po kružnici (izborni).*
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Tumači matematički opis harmonijskog titranja.
  - Razlikuje harmonijsko od ostalih vrsta titranja.
  - Prepoznaje povratnu silu u različitim primjerima titranja.
  - Raspravlja o vrijednostima brzine i sile pri titranju.
  - Opisuje na primjerima prisilno i prigušeno titranje te pojavu rezonancije.
- 

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ C.3.5.**

**FIZ SŠ D.3.5.**

*Objašnjava  
nastanak vala i  
analizira valna  
svojstva.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje nastanak vala.
  - Opisuje zakon odbijanja vala na čvrstom i slobodnom kraju.
  - Opisuje lom vala.
  - Objasnjava ogib i interferenciju.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objasnjava nastanak vala na primjerima iz prirode.
  - Očitava period, amplitudu i valnu duljinu iz grafičkih prikaza vala.
  - Opisuje ovisnost brzine vala o vrsti sredstva.
  - Tumači lom vala na temelju promjene brzine.
-



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ C.3.6.**  
**FIZ SŠ D.3.6.**

*Analizira valna  
svojstva zvuka.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje nastanak zvučnog vala.
- Objašnjava nastanak stojnog vala.
- Skicira stojni val u glazbenim instrumentima.
- *Objašnjava Dopplerov učinak. (izborna).*
- *Opisuje zvučno zagađenje (izborna).*

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Opisuje nastanak stojnog vala.
- Skicira modove stojnog vala na žici i u cijevi.
- Objašnjava pojavu rezonancije na primjerima različitih glazbenih instrumenata.
- *Objašnjava Dopplerov učinak crtanjem valnih fronta na primjerima relativnoga gibanja izvora zvuka u odnosu na opažača (izborna).*
- *Definira prag čujnosti, mjernu jedinicu decibel te navodi izvore zvučnog zagađenja (izborna).*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ C.3.7.**  
**FIZ SŠ D.3.7.**

*Primjenjuje zakone  
geometrijske optike  
(izborna).*

**RAZRADA ISHODA**

- *Primjenjuje zakon odbijanja svjetlosti od zrcala.*
- *Primjenjuje Snellov zakon.*
- *Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.*
- *Konstruira sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u leći.*
- *Opisuje razlaganje svjetlosti.*
- *Opisuje nastanak slike nastale lomom svjetlosti u optičkim instrumentima: mikroskopu, teleskopu i oku.*

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- *Crtežom i matematičkim izrazom opisuje lom zrake svjetlosti na granici dvaju optički različitih sredstava.*
- *Povezuje brzinu širenja svjetlosti u tvari s indeksom loma.*
- *Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti te primjene (svjetlovod, optički kabel).*
- *Crta i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u rastresnoj leći.*
- *Kvalitativno opisuje principe rada i uporabu optičkih pomagala poput povećala i naočala.*



---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Opis titranja, harmonijsko titranje, matematičko njihalo, prisilno i prigušeno titranje, rezonancija, obilježja vala, prijenos energije pomoću valova, refleksija i lom valova, ogib i interferencija valova, stojni val, ultrazvuk, intenzitet zvuka, razina zvuka, *Dopplerov učinak, zakoni geometrijske optike (općenito), lom svjetlosti, potpuno odbijanje ili totalna refleksija, raspršenje ili disperzija svjetlosti pomoću prizme, sabirne i rastresne leće (izborna).*

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Objasniti utjecaj vjetra na titranje mosta i stabilnost leta zrakoplova.

Objasniti utjecaj titranja na ljudsko tijelo.

Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja (znanstveno-fantastični filmovi) jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu.

Objasniti primjenu ultrazvuka u medicinskoj dijagnostici.

Objasniti primjenu Dopplerovog učinka u pomorstvu i astrofizici.

Opisati izostanak zvuka kod eksplozije u svemiru.

Upozoriti na utjecaj buke na zdravlje čovjeka.

U odgojno-obrazovnom ishodu FIZ SŠ C.3.4/FIZ SŠ D.3.4. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.3.8.**

**FIZ SŠ B.3.8.**

**FIZ SŠ C.3.8.**

**FIZ SŠ D.3.8.**

*Rješava fizičke  
probleme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira problemsku situaciju.
  - Identificira ciljeve rješavanja problema.
  - Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela.
  - Konstruira plan rješavanja problema.
  - Idealizira, aproksimira i vrednuje fizičke situacije.
  - Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.
  - Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
  - Vrednuje postupak i rezultat.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.
  - Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.
  - Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja.
  - Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje.
- 

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Fizička veličina, poznate i nepoznate fizičke veličine, procjena, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, zaključak.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.

---



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.3.9.**

**FIZ SŠ B.3.9.**

**FIZ SŠ C.3.9.**

**FIZ SŠ D.3.9.**

*Istražuje fizičke  
pojave.*

**RAZRADA ISHODA**

- Istražuje prirodne pojave.
  - Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
  - Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
  - Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
  - Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Odabire pribor i postavlja eksperiment.
  - Samostalno izvodi eksperiment.
  - Objašnjava koje je varijable potrebno održavati stalnima, a koje mijenjati.
  - Objašnjava funkcionalnu ovisnost varijabla.
  - Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju.
  - Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta.
  - Uočava funkcionalnu ovisnost varijabla.
  - Objašnjava zaključke.
  - Objašnjava pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.
- 

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.

---

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
  - b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
  - c) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborno).
- Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.

Prijedlog učeničkih eksperimentalnih pokusa:

- Ispituje djelovanja permanentnog magneta na različite materijale.
- Istražuje utjecaj broja namotaja zavojnice na jakost elektromagneta.
- Istražuje ovisnost perioda titranja o duljini njihala.
- Mjeri akceleraciju slobodnog pada s pomoću njihala.
- Istražuje ovisnost perioda titranja opruge o masi utega.
- Istražuje ogib i interferenciju valova na vodi.
- Mjeri specifičnu masu niti s pomoću stojnog vala.
- Istražuje uvjete nastanka stojnog vala zvuka.
- Mjeri žarišnu daljinu sabirne leće.
- Mjeri indeks loma stakla/plastike.

Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.

---



Napomena: Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva „istražuje fizičke pojave” i „rješava fizičke probleme” dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda koji su opisani na kraju razreda.

## / GIBANJE, ENERGIJA

### ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI

**FIZ SŠ C.4.1.**

**FIZ SŠ D.4.1.**

*Analizira valnu  
prirodu svjetlosti.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje svjetlost kao val.
- Analizira ogib i interferenciju svjetlosti.
- Opisuje raspršenje i polarizaciju svjetlosti.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava Youngov pokus.
- Opisuje pojavu polarizacije i interferencije svjetlosti i primjene u tehnologiji.

### ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI

**FIZ SŠ C.4.2.**

**FIZ SŠ D.4.2.**

*Objašnjava  
nastanak, svojstva  
i primjene  
elektromagnetskih  
valova.*

### RAZRADA ISHODA

- Analizira elektromagnetske valove.
- Opisuje izvore elektromagnetskog zračenja.
- Opisuje energijski spektar elektromagnetskog zračenja.
- Objašnjava vrste elektromagnetskog zračenja i primjene.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava razliku između elektromagnetskog i mehaničkog vala.
- Opisuje svojstva elektromagnetskih valova (valnu duljinu i frekvenciju) te njihovu primjenu.

54

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Interferencija svjetlosti, koherentnost izvora svjetlosti, ogib svjetlosti, optička rešetka, polarizacija svjetlosti, nastajanje i rasprostiranje elektromagnetskih valova, vrste elektromagnetskih valova - elektromagnetski spektar.

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu.

Objasniti nastanak duge i raspršenje svjetlosti u Zemljinj atmosferi.

Opisati polarizaciju i interferenciju svjetlosti u prirodi (sloj ulja na vodi, perje ptica, mjehur sapunice, polarizacijske naočale, dvolomac).

Objasniti utjecaj elektromagnetskog zračenja na Zemlju i živi svijet.

Objasniti istraživanje svemira kroz elektromagnetski spektar.

Provesti istraživanja interferencije svjetlosti iz dvaju izvora (Youngov pokus) i ogiba na optičkoj rešetki.

Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.4.3.**  
**FIZ SŠ D.4.3.**

*Analizira valno-  
čestičnu prirodu  
svjetlosti i tvari.*

**RAZRADA ISHODA**

- Matematički opisuje i analizira fotoelektrični učinak.
- Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja.
- Opisuje de Broglievu hipotezu i difrakciju elektrona. Interpretira valnu funkciju.
- *Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti (izborna).*

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Kvalitativno i matematički opisuje fotoelektrični učinak.
- Objašnjava princip rada fotoelektrične ćelije.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.4.4.**  
**FIZ SŠ D.4.4.**

*Analizira modele  
atoma i energijske  
spektre.*

**RAZRADA ISHODA**

- Analizira Rutherfordov model atoma.
- Analizira emisijske i apsorpcijske spektre.
- Analizira Bohrov model atoma.
- Opisuje kvantno-mehanički model atoma.
- *Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser) (izborna).*

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Opisuje Rutherfordov eksperiment.
- Uspoređuje Rutherfordov i Bohrov model.
- *Opisuje glavne značajke lasera i navodi važne primjene (izborna).*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.4.5.**  
**FIZ SŠ D.4.5.**

*Objašnjava model  
atomske jezgre i  
nuklearne reakcije.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje građu atomske jezgre.
- Opisuje svojstva jake sile.
- Objašnjava nuklearne reakcije.
- Primjenjuje koncept defekta mase.
- Objašnjava procese nuklearne fisije i fuzije.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava koncept defekta mase na primjerima.
- Objašnjava načela dobivanja energije iz nuklearnih reakcija (fisija i fuzija).



---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Kvantizacija elektromagnetskog zračenja, fotoelektrični učinak, valno-čestična obilježja pri opisu prirode, razvoj modela atoma, Bohrov model atoma, kvantno-fizički model atoma, energijski spektri, *stimulirana emisija fotona - laser*, građa atomskih jezgara, nuklearne reakcije, nuklearna fisija i fuzija, defekt mase i energija vezanja atomske jezgre.

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Opisati primjene fotoelektrične ćelije.

Opisati nuklearne reakcije u zvijezdama i svemiru.

Istražiti mogućnosti ostvarivanja kontrolirane termonuklearne fuzije (magnetska boca, laserska mikroeksplozija).

Kod ovih je ishoda moguće primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

U odgojno-obrazovnom ishodu FIZ SŠ A.4.3./FIZ SŠ D.4.3. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

---



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ B.4.6.**

**FIZ SŠ D.4.6.**

*Analizira  
radioaktivne  
raspade i opisuje  
učinke ionizirajućeg  
zračenja na žive  
organizme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje svojstva radioaktivnih zračenja te analizira njihove primjene i učinke na žive organizme.
- Analizira i primjenjuje zakon radioaktivnog raspada.
- *Opisuje načine detekcije ionizirajućeg zračenja (izborna).*

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Grafički opisuje zakon radioaktivnog raspada.
- Opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme.
- *Opisuje načine detekcije zračenja (izborna).*

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Radioaktivnost, radioaktivni raspad, *detekcija ionizirajućeg zračenja*, djelovanje ionizirajućeg zračenja na čovjeka.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Objasniti datiranje starosti organskih tvari pomoću ugljika C14.

Kod ovog je ishoda moguće primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

Preporuča se posjetiti znanstvene institute i sveučilišta.

---



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ C.4.7.**

**FIZ SŠ D.4.7.**

*Opisuje i primjenjuje osnovne ideje specijalne teorije relativnosti (STR).*

**RAZRADA ISHODA**

- Objašnjava postulate STR-a.
- Opisuje dilataciju vremena.
- Opisuje kontrakciju duljine.
- Tumači načelo ekvivalencije mase i energije.
- *Opisuje relativnost istodobnosti (izborno).*

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Kvalitativno opisuje relativističku dilataciju vremena.
- Kvalitativno opisuje relativističko skraćivanje duljina.
- *Opisuje princip rada svjetlosnog sata (izborno).*
- *Zaključuje o različitim očitanjima satova dvaju promatrača u različitim inercijskim sustavima (izborno).*

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Galileijeva relativnost, specijalna teorija relativnosti, *relativnost istodobnosti*, relativističko skraćivanje duljina, energija mirovanja, *relativistička energija (izborno)*.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja (dilatacija vremena i kontrakcija duljine) jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu.

Objasniti testiranje STR-a na primjeru eksperimenta s atomskim satovima.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ B.4.8.**

**FIZ SŠ D.4.8.**

*Opisuje model  
nastanka i strukturu  
svemira.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje četiri fundamentalne sile.
- Objašnjava nastanak i razvoj svemira.
- *Opisuje osnovne elementarne čestice (izborno).*
- *Objašnjava evoluciju zvijezda (izborno).*

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava model nastanka Sunčeva sustava.
- *Navodi glavne tipove zvijezda i uspoređuje njihove osnovne značajke (izborno).*

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

*Elementarne čestice (izborno), fundamentalne sile, teorija velikog praska i nuklearno porijeklo elemenata, tamna tvar, tamna energija, razvoj svemira, razvoj zvijezda (izborno).*

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Opisati sudarivače čestica.

Opisati nastanak i razvoj svemira te eksperimentalne dokaze velikog praska.

Mogu se opisati i sudari neutronske zvijezde – kilonova (nastanak zlata i srebra u svemiru i povezati s gravitacijskim valovima).

Kod ovog je ishoda moguće primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

Preporuča se posjetiti znanstvene institute i sveučilišta.



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.4.9.**

**FIZ SŠ B.4.9.**

**FIZ SŠ C.4.9.**

**FIZ SŠ D.4.9.**

*Rješava fizičke  
probleme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira problemsku situaciju.
  - Identificira ciljeve rješavanja problema.
  - Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela.
  - Konstruira plan rješavanja problema.
  - Idealizira, aproksimira i vrednuje fizičke situacije.
  - Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.
  - Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
  - Vrednuje postupak i rezultat.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.
  - Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.
  - Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja.
  - Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje.
- 

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, pouzdane znamenke, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, teorija.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.4.10.**

**FIZ SŠ B.4.10.**

**FIZ SŠ C.4.10.**

**FIZ SŠ D.4.10.**

*Istražuje fizičke  
pojave.*

**RAZRADA ISHODA**

- Istražuje prirodne pojave.
  - Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
  - Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
  - Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
  - Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Samostalno izvodi eksperiment.
  - Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju.
  - Procjenjuje pogrešku mjerenja.
  - Računa i tumači relativnu pogrešku.
  - Objašnjava teorijsku podlogu.
  - Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku.
  - Uspoređuje rezultate mjerenja s modelom.
  - Vrednuje proceduru i rezultate mjerenja.
  - Analizira odnose između varijabli.
  - Izgrađuje argumente utemeljene na znanstvenim dokazima.
  - Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.
- 

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.

---



---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
- b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).

Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.

Predloženi pokusi:

- Istražuje Youngove pruge interferencije.
- Mjeri konstantu optičke rešetke.
- Mjeri Brewsterov kut za staklo.
- Istražuje fotoelektrični učinak s pomoću simulacije.
- Istražuje radioaktivni raspad.
- Istražuje alfa-raspade i beta-raspade s pomoću simulacije.
- Istražuje učinak staklenika.

Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.

---

## ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, model 4x3 (4x105 sati)

Napomena: Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva „istražuje fizičke pojave” i „rješava fizičke probleme” dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda, a opisani su na kraju razreda.

## C / GIBANJE

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### FIZ SŠ C.1.1.

*Analizira pravocrtna  
gibanja.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje.
- Opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano i jednoliko usporeno gibanje s početnom brzinom.
- Interpretira značenje nagiba u kinematičkim grafovima.
- Interpretira značenje površine ispod  $v-t$  grafa.
- Analizira jednoliko pravocrtno gibanje na temelju zapisa gibanja.

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Put i pomak, brzina, akceleracija, grafičko prikazivanje gibanja, jednoliko pravocrtno gibanje, jednoliko ubrzano pravocrtno gibanje.

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

U svrhu podizanja motivacije za učenje i povećanja relevantnosti sadržaja za učenike potrebno je fizičke pojave (gibanje, akceleracija) povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima.

Interpretirati grafičko prikazivanje jednoliko pravocrtnog i jednoliko ubranog gibanja ( $s-t$ ,  $v-t$ ,  $a-t$  grafički prikazi).

Objasniti srednju i trenutačnu brzinu te srednju i trenutačnu akceleraciju.

Interpretirati put kao površinu između  $v-t$  grafičkog prikaza i osi apscisa, promjenu brzine kao površinu u  $a-t$  grafičkom prikazu.

Primjenjivati algebarski izraz za brzinu pri jednoliko ubranom gibanju, ovisnost brzine o putu tijekom jednoliko ubranoga gibanja.

Uvesti jednoliko ubrzano gibanje s početnom brzinom kao i jednoliko usporeno gibanje uz primjere.

Preporuča se prednost uvijek dati stvarnim pokusima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, ali i gibanje analizirati korištenjem digitalnih alata (Tracker, Micro Bit i slično).



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.1.2.

*Primjenjuje I.  
Newtonov zakon.*

#### RAZRADA ISHODA

- Opisuje međudjelovanja tijela i vrste sila.
- Tumači pokuse i primjere pomoću I. Newtonovog zakona.
- Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Tumači značenje inercijskog sustava.
- Tumači Galileijev misaoni pokus koji je doveo do principa inercije.
- Navodi primjere realnih gibanja koja se mogu modelirati kao jednolika pravocrtna gibanja i povezuje ih s I. Newtonovim zakonom.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.1.3.

*Primjenjuje II.  
Newtonov zakon.*

#### RAZRADA ISHODA

- Istražuje ovisnost ubrzanja o sili i masi.
- Određuje iznos sile teže i opisuje slobodni pad.
- Određuje iznose elastične sile, reakcije podloge, sile trenja i napetost niti.
- Istražuje i opisuje horizontalni hitac.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Prepoznaje istodobno djelovanje više sila na tijelo i prikazuje ih dijagramom sila.
- Određuje iznos rezultante više sila na pravcu.
- Grafički prikazuje i tumači ovisnost  $a$  ( $F$ ) i  $a$  ( $1/m$ ).
- Tumači statičko i dinamičko trenje.
- Matematički prikazuje i tumači silu trenja.
- Matematički i grafički prikazuje elastičnu silu.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.1.4.

*Primjenjuje III.  
Newtonov zakon  
i zakon očuvanja  
količine gibanja.*

#### RAZRADA ISHODA

- Analizira primjere pomoću III. Newtonovog zakona.
- Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja.
- Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Određuje u primjerima odgovarajuće parove sila prema III. Newtonovu zakonu.
- Na primjerima povezuje impuls sile i promjenu količine gibanja tijela.





---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Newtonovi zakoni, elastični i neelastični sudar, inercijski sustavi, zakon očuvanja količine gibanja, sastavljanje i rastavljanje sila, sila reakcije podloge, sila trenja, elastična sila, sila napetosti niti, slobodni pad, horizontalni i vertikalni hitac.

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Newtonove zakone povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima iz života (hodaње, trčanje, vožnja bicikla, vožnje na vrtuljku i slično) jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika. (Preporuča se i da učenici sami traže primjere koje mogu opisati nekim od Newtonovih zakona).

Analizirati klizanje prilikom kočenja na mokroj ili zaleđenoj podlozi (povezati s ABS sustavom kočenja).

Istražiti zakon očuvanja količine gibanja na primjeru elastičnog i neelastičnog sudara.

U odgojno-obrazovnim ishodima FIZ SŠ B.1.3 i FIZ SŠ B.1.4. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

---



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ D.1.5.

*Primjenjuje zakon očuvanja energije.*

### RAZRADA ISHODA

- Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju.
  - Tumači i primjenjuje rad, snagu i korisnost.
  - Primjenjuje zakon očuvanja energije.
- 

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI *DOBAR NA KRAJU RAZREDA*

- Opisuje primjere zakona očuvanja energije.
  - Razlikuje pozitivan i negativan rad te navodi primjere.
  - Razlikuje fizički koncept rada od rada iz svakodnevnog života i navodi primjere.
  - Opisuje unutarnju energiju.
  - Tumači i primjenjuje korisnost.
- 

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Mehanička energija, gravitacijska potencijalna energija na Zemljinoj površini, elastična potencijalna energija, kinetička energija, unutarnja energija - gubitak mehaničke energije u obliku topline, energija i rad, pozitivan i negativan rad, grafički prikaz rada, zakon očuvanja mehaničke energije, zakon očuvanja ukupne energije, snaga, korisnost.

---

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Preporuča se eksperimentalno provjeriti zakon očuvanja energije na primjerima gibanja.

Analizirati uvjete zatvorenog i otvorenog sustava.

Preporuča se naglasiti razliku između pozitivnog i negativnog rada te računati rad iz grafičkog prikaza.

U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ C.1.6.

*Analizira kružno  
gibanje.*

### RAZRADA ISHODA

- Analizira kružno gibanje kao jednoliko ubrzano gibanje.
- Objašnjava i primjenjuje centripetalnu silu i centripetalnu akceleraciju.
- Primjenjuje Newtonove zakone na primjeru kružnoga gibanja.

---

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava uzrok centripetalne akceleracije.
- Objašnjava centripetalnu silu.
- U primjerima kružnoga gibanja prepoznaje sile koje imaju ulogu centripetalne sile.

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ C.1.7.

*Primjenjuje zakon  
gravitacije i analizira  
gibanje Zemlje i  
nebeskih tijela.*

### RAZRADA ISHODA

- Primjenjuje Newtonov zakon gravitacije.
- Analizira gibanja satelita.
- Opisuje tijela u svemiru (zvijezde, planete, galaksije, jata galaksija) i njihova gibanja.
- *Primjenjuje Keplerove zakone (izborni).*

---

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Tumači izraz za prvu kozmičku brzinu.
- Analizira gibanje satelita.
- Opisuje nastanak i svojstva crne rupe.
- Kvalitativno zaključuje o gibanju tijela na temelju Newtonova zakona gravitacije.
- Tumači gibanje satelita.
- *Tumači Keplerove zakone (izborni).*

---

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Jednoliko kružno gibanje, centripetalna akceleracija i sila, *Keplerovi zakoni (izborni)*, sila teža i opći zakon gravitacije, primjeri gibanja pod utjecajem gravitacijske sile.

---



---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja (o gravitaciji) jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu.

Analizirati gibanje nebeskih tijela poput satelita i planeta te tumačiti povijesni razvoj ideja o gibanju Zemlje i nebeskih tijela.

Analizirati spljoštenost Zemlje.

Može se analizirati i ovisnost gravitacije o masi tijela (zvijezde, crne rupe, galaksije i slično).

Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.1.8.**

**FIZ SŠ B.1.8.**

**FIZ SŠ C.1.8.**

**FIZ SŠ D.1.8.**

*Rješava fizičke  
probleme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira problemsku situaciju.
- Identificira ciljeve rješavanja problema.
- Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela.
- Konstruira plan rješavanja problema.
- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Vrednuje fizičke situacije.
- Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rezultat.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.
- Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.
- Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.
- Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, zaključak.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka srednje složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.

---



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.1.9.**

**FIZ SŠ B.1.9.**

**FIZ SŠ C.1.9.**

**FIZ SŠ D.1.9.**

*Istražuje fizičke  
pojave.*

**RAZRADA ISHODA**

- Istražuje prirodne pojave.
  - Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
  - Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
  - Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
  - Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava svrhu eksperimenta.
  - Objašnjava teorijsku podlogu. Skicira pokus.
  - Samostalno sastavlja opremu.
  - Prepoznaje varijable.
  - Prepoznaje varijable koje je potrebno održavati stalnima.
  - Objašnjava svoje pretpostavke.
  - Izvodi pokus prema uputama.
  - Mjerne podatke prikazuje grafički.
  - Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku.
  - Kvalitativno interpretira rezultate mjerenja.
  - Objašnjava zaključke.
  - Sastavlja jednostavno izvješće.
  - Objašnjava pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.
- 

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.

---

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
  - b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
  - c) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).
- Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.

Predloženi pokusi:

- Istražuje nejednoliko gibanje (uvođenje trenutačne brzine).
- Istražuje gibanja pod djelovanjem stalne sile.
- Mjeri vrijeme reakcije.
- Istražuje elastičnu silu i mjeri konstantu opruge.
- Istražuje silu trenja.
- Primjenjuje zakon očuvanja energije.
- Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.
- Istražuje gibanja nebeskih tijela pomoću računalne simulacije.
- Istražuje gibanja pomoću detektora gibanja ili simulacije.
- Istražuje ovisnost dometa horizontalnoga hitca o početnoj brzini.

Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.

---



Napomena: Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva „istražuje fizičke pojave” i „rješava fizičke probleme” dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda, a opisani su na kraju razreda.

## B / MEĐUDJELOVANJE

### ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.2.1.

*Primjenjuje zakone  
statike fluida.*

### RAZRADA ISHODA

- Objašnjava sile u fluidima, pritisnu silu i tlak.
- Objašnjava načelo hidrauličkog tijeska.
- Objašnjava nastanak hidrostatičkog i atmosferskog tlaka.
- Objašnjava ravnotežu tijela uronjenog u fluid.
- Primjenjuje silu uzgona.
- Primjenjuje zakone statike fluida na primjerima.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje načelo rada hidrauličkog uređaja.
- Objašnjava utjecaj hidrostatičkog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo.
- Crta dijagram sila na tijelo uronjeno u fluid.
- Objašnjava uvjete lebdjenja, plutanja i tonjenja tijela u fluidu te opisuje odgovarajuće pojave u prirodi.

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Tlak, hidrostatički tlak, vanjski tlak na fluid, sila uzgona, atmosferski tlak.

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Dobro je tlak i uzgon povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima poput utjecaja hidrostatičkog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

Objasniti principe rada hidrauličke dizalice.

Objasniti različite mjerne jedinice tlaka koje su češće u upotrebi (tlak zraka, tlak krvi i slično).

Potrebno je istaknuti opasnost dekompresijske bolesti pri ronjenju te povezati s barokomorom.

Analizirati prijevoz tereta brodom (balastne vode).

U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ C.2.2.

*Primjenjuje zakone  
dinamike fluida.*

### RAZRADA ISHODA

- Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjerima gibanja fluida.
- Primjenjuje jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Tumači statički i dinamički tlak.
- Tumači jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ C.2.3.

*Primjenjuje model  
čestične građe tvari.*

### RAZRADA ISHODA

- Objašnjava strukturu tvari.
- Objašnjava Brownovo gibanje i difuziju.
- Objašnjava četiri agregacijska stanja tvari i međumolekulsko djelovanje.
- Objašnjava linearno i volumno toplinsko širenje čvrstih tijela.
- Objašnjava toplinsko širenje tekućina i plinova te primjene.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Tumači Brownovo gibanje.
- Objašnjava toplinsko širenje tvari s pomoću čestično-kinetičkog modela.
- Povezuje koeficijente linearnog i volumnog širenja tijela.

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Statički i dinamički tlak, jednadžba kontinuiteta i Bernoullijeva jednadžba, struktura tvari, Brownovo gibanje i difuzija, međumolekulsko djelovanje, linearno i volumno toplinsko širenje tijela.

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Izrazito je važno, gdje god je moguće, zakone dinamike fluida i čestično-kinetički model građe tvari povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima (dinamika krila, difuzija, anomalija vode).

Pokazati Brownovo gibanje na primjeru čestice peluda na površini vode.

Moguće je prikazati računalne simulacije povezane s čestično-kinetičkim modelom u različitim agregacijskim stanjima.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ D.2.4.

*Analizira i primjenjuje zakone idealnog plina i molekulsko-kinetički model plina.*

### RAZRADA ISHODA

- Analizira izohornu, izobarnu i izotermnu promjena stanja idealnog plina.
- Primjenjuje molekulsko-kinetičku teoriju plinova i model idealnog plina.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Matematički i grafički opisuje promjene stanja idealnog plina.
- Objašnjava apsolutnu nulu temperature s pomoću  $p$ - $t$  ili  $V$ - $t$  grafičkog prikaza.
- Tumači značenje temperature s pomoću molekulsko-kinetičke teorije.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ D.2.5.

*Analizira termodinamičke procese i sustave.*

### RAZRADA ISHODA

- Objašnjava promjenu unutarnje energije toplinom i radom.
- Tumači I. i II. zakon termodinamike.
- Objašnjava rad toplinskih strojeva i analizira njegovu korisnost.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Povezuje toplinu i rad s promjenom unutarnje energije na primjerima.
- Prikazuje grafički ovisnost termodinamičkih veličina u kružnom procesu.
- Primjenjuje Richmannovo pravilo.
- Objašnjava latentnu toplinu taljenja i isparavanja.
- Objašnjava graf ovisnosti temperature tijela o dovedenoj toplini za promjene stanja od čvrstog do plinovitog.

---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Zakoni za idealni plin, jednačba stanja idealnog plina, molekulsko-kinetička teorija plinova, srednja kinetička energija molekula, apsolutna nula u molekulsko-kinetičkoj teoriji, promjena unutarnje energije izmjenom topline i radom, toplinski kapacitet i specifični toplinski kapacitet, načini prijenosa topline, Richmannovo pravilo, rad plina pri izobarnoj promjeni, zakoni termodinamike, adijabatski proces, kružni procesi, toplinski strojevi, korisnost toplinskog stroja.

---

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu.

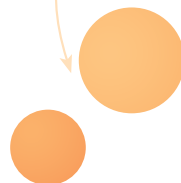
Objasniti načelo rada toplinskog stroja na primjerima iz svakodnevnog života (rashladnih uređaja i toplinske dizalice) te perpetuum mobile.

Korisnost toplinskog stroja objasniti na primjerima.

Posebno je istaknuti utjecaj toplinskih strojeva na onečišćenje okoliša i učinak staklenika kao posljedicu.

U odgojno-obrazovnom ishodu FIZ SŠ D.2.4. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

---



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.2.6.

*Objašnjava elektrostatičke pojave, primjenjuje koncepte i zakone elektrostatike.*

### RAZRADA ISHODA

- Objasnjava elektriziranje tijela.
- Primjenjuje Coulombov zakon.
- Primjenjuje zakon očuvanja naboja.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Uspoređuje električki nabijena i neutralna tijela.
- Crta shematske prikaze raspodjele naboja i međudjelovanja na primjerima.
- Objasnjava nastanak munje.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.2.7.

*Opisuje električno polje.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje električno polje.
- Objasnjava električnu potencijalnu energiju i primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju.
- Primjenjuje koncept električnog napona i električnog potencijala.
- Analizira gibanje naboja u električnom polju.
- Objasnjava električni kapacitet i opisuje kondenzator.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje promjenu potencijalne energije pri pomicanju naboja u električnom polju.
- Opisuje kondenzator i objašnjava električni kapacitet.

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Električni naboj, Coulombov zakon, električna permitivnost, električno polje (točkastog naboja, nabijene metalne kugle, nabijene ravne ploče, dvije paralelne suprotno nabijene ploče), električna potencijalna energija, električni potencijal i napon, električni kapacitet kondenzatora, električna potencijalna energija pločastog kondenzatora, gibanje nabijene čestice u električnom polju.

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Neke učenikove intuitivne ideje o fizičkim pojavama (električno polje, električni napon i potencijal) mogu biti u suprotnosti s fizičkim idejama koje treba usvojiti pa će učenje katkad zahtijevati modificiranje ili čak radikalno restrukturiranje postojećih ideja.

Objasniti elektronvolt kao mjernu jedinicu energije.

Analizirati važnosti akumulatora za statički elektricitet automobila.

Preporuča se korištenje računalnih simulacija u objašnjenju električnog polja i kapaciteta pločastog kondenzatora.

Primijeniti serijski i paralelni spoj kondenzatora pri rješavanju zadataka.

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### FIZ SŠ C.2.8.

*Primjenjuje zakone elektrodinamike u električnom strujnom krugu.*

### RAZRADA ISHODA

- Objašnjava model vođenja električne struje.
- Tumači Ohmov zakon za dio i za cijeli električni strujni krug.
- Objašnjava rad i snagu u električnom strujnom krugu.
- Analizira električni strujni krug.
- Objašnjava opasnosti i zaštitu od električnog udara.
- *Primjenjuje Kirchhoffova pravila (izborna).*

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava električni otpor.
- Tumači izraz za električni otpor vodiča.
- Objašnjava električnu otpornost kao svojstvo materijala.
- Primjenjuje Ohmov zakon na paralelni i serijski spoj otpornika u električnom strujnom krugu.
- Objašnjava pretvorbe energije u vodiču pri prolasku električne struje.
- Uspoređuje tipične snage električnih uređaja u svakodnevnoj upotrebi.

### SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Slobodni elektroni u metalu, električna struja, električni otpor, Ohmov zakon, spajanje otpornika, električni napon izvora i unutarnji otpor izvora, rad u električnom strujnom krugu, snaga električne struje, *Kirchhoffova pravila (izborna).*

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Može se primijeniti Ohmov zakon na mješoviti spoj otpornika u električnom strujnom krugu te odrediti snagu otpornika.

Proučavati električni otpor vodiča različitih materijala spojenih u električni strujni krug.

Objasniti načelo rada električnog osigurača i drugih isklopnih jedinica.

U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

A

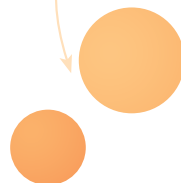
K

—

N

—

E



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.2.9.**

**FIZ SŠ B.2.9.**

**FIZ SŠ C.2.9.**

**FIZ SŠ D.2.9.**

*Rješava fizičke  
probleme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira problemsku situaciju.
- Identificira ciljeve rješavanja problema.
- Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela.
- Konstruira plan rješavanja problema.
- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Vrednuje fizičke situacije.
- Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rezultat.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.
- Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.
- Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.
- Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, zaključak.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka srednje i veće složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.2.10.**

**FIZ SŠ B.2.10.**

**FIZ SŠ C.2.10.**

**FIZ SŠ D.2.10.**

*Istražuje fizičke  
pojave.*

**RAZRADA ISHODA**

- Istražuje prirodne pojave.
  - Istražuje pojavu izvedeći učenički pokus.
  - Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
  - Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije. Istražuje pojavu izvedeći učenički projekt.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Postavlja hipotezu.
  - Objašnjava svoje pretpostavke.
  - Opisuje varijable koje je potrebno održavati stalnima i one koje je potrebno mijenjati.
  - Izvodi mjerenja prema uputama.
  - Prepoznaje grube pogreške mjerenja.
  - Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju.
  - Računa i tumači relativnu pogrešku.
  - Interpretira rezultate mjerenja.
  - Oslanja se na dokaze da bi podupro svoje zaključke.
  - Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje.
  - Sastavlja izvješće.
  - Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.
- 

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.

---



---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
- b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).

Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.

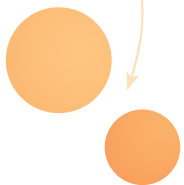
Prijedlog pokusa i istraživanja:

- Mjeri gustoću tijela/tekućine s pomoću uzgona.
- Mjeri silu uzgona.
- Istražuje Pascalov zakon i njegove primjene.
- Istražuje ovisnosti tlaka plina o volumenu uz konstantnu temperaturu.
- Mjeri ovisnosti volumena plina o temperaturi uz konstantan tlak.
- Istražuje promjene unutarnje energije tijela prijelazom topline.
- Istražuje ovisnosti otpora o vrsti materijala, površini poprečnog presjeka i duljini vodiča.
- Mjeri strujno-naponska svojstva žaruljice.
- Mjeri unutarnji otpor baterije.
- Istražuje pretvorbe električne energije u toplinu.
- Istražuje protjecanje fluida.
- Istražuje ovisnost tlaka plina o temperaturi uz stalan obujam.
- Istražuje Brownovo gibanje.
- Istražuje pretvorbe mehaničke energije u toplinu.
- Istražuje strujne krugove serijski/paralelno dva ili tri spojena otpornika.

80

Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.

---





Napomena: Navedeni redosljed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva „istražuje fizičke pojave” i „rješava fizičke probleme” dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda, a koji su opisani na kraju razreda.

## B / MEĐUDJELOVANJE

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.3.1.

*Opisuje svojstva  
magneta i analizira  
vezu između  
električne struje i  
magnetizma.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje svojstva magneta i magnetsko polje.
- Opisuje magnetski tok.
- Povezuje nastanak magnetskog polja s gibanjem naboja.
- Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava Oerstedov pokus.
- Objašnjava nastajanje magnetskog polja petlje.
- Povezuje smjer električne struje i smjer magnetskog polja.
- Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete.
- Skicira vektor magnetskog polja u bilo kojoj točki prostora oko magneta.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### FIZ SŠ B.3.2.

*Analizira magnetsko  
međudjelovanje i  
objašnjava primjene.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje međudjelovanje magneta.
- Povezuje Amperovu i Lorentzovu silu.
- Analizira gibanje naboja u magnetskom polju.
- Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima prolazi električna struja.
- *Analizira rad ciklotrona i masenog spektrometra (izborni).*

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava putanju nabijene čestice u magnetskom polju.
- Objašnjava primjenu Amperove sile.
- *Opisuje načelo rada ciklotrona i masenog spektrometra te navodi primjene (izborni).*



---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ B.3.3.**

*Analizira  
elektromagnetsku  
indukciju i primjene.*

**RAZRADA ISHODA**

- Primjenjuje Faradayev zakon.
- Analizira primjene elektromagnetske indukcije.
- Uspoređuje svojstva istosmjerne i izmjenične električne struje.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Tumači Faradayev zakon.
- Opisuje načelo rada generatora.
- Objašnjava efektivnu vrijednost izmjenične električne struje.
- Tumači kapacitivni i induktivni otpor (izborno).

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Magnetsko polje magneta, magnetski tok, magnetsko polje povezano s električnom strujom, Amperova sila, Lorentzova sila, gibanje nabijene čestice u magnetskom polju, magnetska sila između dvaju paralelnih vodiča, elektromagnetska indukcija i Faradayev zakon, Lenzovo pravilo, međui indukcija i samoindukcija, načelo rada elektromotora, načelo rada električnog generatora i izmjenična električna struja, električni transformator.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Tumačiti prednosti i nedostatke izmjenične i istosmjerne električne struje (Nikola Tesla i Thomas Edison).

Analizirati promjenjivost magnetskog polja na konkretnim primjerima poput zvučnika.

Objasniti primjenu Amperove sile u uređajima poput DC motora, magnetskog diska i drugo.

Analizirati ulogu transformatora pri prijenosu električne energije.

Posjetiti obližnju elektranu i muzeje (Tehnički muzej, Park N. Tesle i druge).

Neke učenikove intuitivne ideje o fizičkim pojavama (magnetsko polje, izmjenična električna struja) mogu biti u suprotnosti s fizičkim idejama koje treba usvojiti pa će učenje katkad zahtijevati modificiranje ili čak radikalno restrukturiranje postojećih ideja.

U odgojno-obrazovnim ishodima FIZ SŠ B.3.2. i FIZ SŠ B.3.3. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ C.3.4.**

**FIZ SŠ D.3.4.**

*Analizira  
harmonijsko titranje.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje harmonijsko titranje.
  - Analizira titranje matematičkog njihala i tijela na opruzi.
  - Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator.
  - *Povezuje harmonijsko titranje i jednoliko gibanje po kružnici (izborni).*
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Tumači matematički opis harmonijskog titranja.
  - Razlikuje harmonijsko od ostalih vrsta titranja.
  - Prepoznaje povratnu silu u različitim primjerima titranja.
  - Raspravlja o vrijednostima brzine i sile pri titranju.
  - Opisuje na primjerima prisilno i prigušeno titranje te pojavu rezonancije.
  - *Uspoređuje značajke mehaničkog i titranja u LC titrajnom krugu (izborni).*
- 

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ C.3.5.**

**FIZ D.3.5.**

*Objašnjava  
nastanak vala i  
analizira valna  
svojstva.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje nastanak vala.
  - Opisuje zakon odbijanja vala na čvrstom i slobodnom kraju.
  - Opisuje lom vala.
  - Objašnjava ogib i interferenciju.
  - Primjenjuje Huygensov princip.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava nastanak vala na primjerima iz prirode.
  - Očitava period, amplitudu i valnu duljinu iz grafičkih prikaza vala.
  - Opisuje ovisnost brzine vala o vrsti sredstva.
  - Tumači lom vala na temelju promjene brzine.
  - Objašnjava ogib vala pomoću Huygensova principa.
- 



---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ C.3.6.**

**FIZ SŠ D.3.6.**

*Analizira valna  
svojstva zvuka.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje nastanak zvučnog vala.
- Objašnjava nastanak stojnog vala.
- Skicira stojni val u glazbenim instrumentima.
- Objašnjava Dopplerov učinak.
- *Opisuje zvučno zagađenje (izborna).*

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Opisuje nastanak stojnog vala.
- Skicira modove stojnog vala na žici i u cijevi.
- Objašnjava pojavu rezonancije na primjerima različitih glazbenih instrumenata.
- Objašnjava Dopplerov učinak crtanjem valnih fronta na primjerima relativnoga gibanja izvora zvuka u odnosu na opažača.
- *Definira prag čujnosti, mjernu jedinicu decibel te navodi izvore zvučnog zagađenja (izborna).*

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ C.3.7.**

**FIZ SŠ D.3.7.**

*Primjenjuje zakone  
geometrijske optike.*

**RAZRADA ISHODA**

- Primjenjuje zakon odbijanja svjetlosti od zrcala.
- Primjenjuje Snellov zakon.
- Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.
- Konstruira sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u leći.
- Opisuje razlaganje svjetlosti.
- Opisuje nastanak slike lomom svjetlosti u optičkim instrumentima: mikroskop, teleskop, oko.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Crtežom i matematičkim izrazom opisuje lom zrake svjetlosti na granici dvaju optički različitih sredstava.
  - Povezuje brzinu širenja svjetlosti u tvari s indeksom loma.
  - Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti te primjene (svjetlovod, optički kabel).
  - Crta i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u rastresenoj leći.
  - Kvalitativno opisuje principe rada i uporabu optičkih pomagala poput povećala i naočala.
-

---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Opis titranja, harmonijsko titranje, matematičko njihalo, prisilno i prigušeno titranje, rezonancija, obilježja vala, prijenos energije pomoću valova, refleksija i lom valova, ogib i interferencija, stojni val, ultrazvuk, Dopplerov učinak, intenzitet zvuka, razina zvuka, zakoni geometrijske optike (općenito), lom svjetlosti, potpuno odbijanje ili totalna refleksija, raspršenje ili disperzija svjetlosti pomoću prizme, sabirne i rastresne leće.

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Objasniti utjecaj vjetra na titranje mosta i stabilnost leta zrakoplova.

Istaknuti utjecaj titranja na ljudsko tijelo.

U odgojno-obrazovnom ishodu FIZ SŠ C.3.4./FIZ SŠ D.3.4. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu.

Objasniti primjenu ultrazvuka u medicinskoj dijagnostici.

Objasniti primjenu Dopplerovog učinka u pomorstvu i astrofizici.

Opisati izostanak zvuka kod eksplozije u svemiru.

Analizirati sliku koja nastaje lomom svjetlosti na mjehuriću zraka u vodi.

Objasniti različite modele teleskopa i pripadnu funkciju optičkih elemenata.

Upozoriti na utjecaj buke na zdravlje čovjeka.

Kod ovih je ishoda moguće primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije, ali prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici.

U odgojno-obrazovnom ishodu FIZ SŠ B.3.4. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

---

A

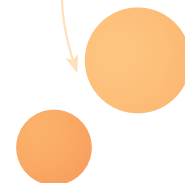
K

—

N

—

E



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.3.8.**

**FIZ SŠ B.3.8.**

**FIZ SŠ C.3.8.**

**FIZ SŠ D.3.8.**

*Rješava fizičke  
probleme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.
- Primjenjuje i interpretira različite reprezentacije fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rezultat.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Symbolima označuje fizičke veličine na crtežu.
- Prikazuje situaciju grafičkim prikazom ili dijagramom.
- Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.
- Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.
- Zaokružuje vrijednosti fizičkih veličina na pouzdane znamenke.
- Kvalitativno zaključuje povezujući manji broj osnovnih koncepata.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, pouzdane znamenke, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, teorija.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske složenosti koji su opisani u poglavlju F. Učenje i poučavanje.

Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.3.9.**

**FIZ SŠ B.3.9.**

**FIZ SŠ C.3.9.**

**FIZ SŠ D.3.9.**

*Istražuje fizičke  
pojave.*

**RAZRADA ISHODA**

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Odabire pribor i postavlja eksperiment.
- Samostalno izvodi eksperiment.
- Objašnjava koje je varijable potrebno održavati stalnima, a koje mijenjati.
- Objašnjava funkcionalnu ovisnost varijabla.
- Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju.
- Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta.
- Uočava funkcionalnu ovisnost varijabla.
- Objašnjava zaključke.
- Objašnjava pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.

---



---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini ) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
  - b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
  - c) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini ) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).
- Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.

Neki predloženi pokusi:

- Ispituje djelovanje permanentnog magneta na različite materijale.
- Analizira utjecaj broja namotaja zavojnice na jakost elektromagneta.
- Mjeri magnetsko polje Zemlje.
- Istražuje ovisnost induciranog napona o broju zavoja transformatora.
- Mjeri ovisnost perioda titranja o duljini njihala.
- Mjeri akceleraciju slobodnog pada s pomoću njihala.
- Mjeri ovisnost perioda titranja opruge o masi utega.
- Istražuje ogib i interferenciju valova na vodi.
- Istražuje uvjete u kojima nastaje stojni val zvuka.
- Mjeri brzinu zvuka metodom odjeka.
- Mjeri brzinu zvuka s pomoću glazbene vilice i stupca zraka.
- Mjeri indeks loma stakla/plastike.
- Istražuje odbijanje svjetlosti i sliku u ravnom zrcalu.
- Mjeri žarišnu daljinu sabirne leće.
- Mjeri ovisnost valne duljine zvučnih valova o frekvenciji.
- Istražuje učinak Faradayeva kaveza.
- Istražuje čimbenike koji utječu na sagibanje grede.
- Istražuje domino-učinak.

Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.

---



Napomena: Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva „istražuje fizičke pojave” i „rješava fizičke probleme” dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda, a koji su opisani na kraju razreda.

## / GIBANJE, ENERGIJA

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

**FIZ SŠ C.4.1.**

**FIZ SŠ D.4.1.**

*Analizira valnu  
prirodu svjetlosti.*

### RAZRADA ISHODA

- Opisuje svjetlost kao val.
- Analizira ogib i interferenciju svjetlosti.
- Opisuje raspršenje i polarizaciju svjetlosti.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI *DOBAR* NA KRAJU RAZREDA

- Matematički opisuje i objašnjava Youngov pokus.
- Opisuje pojavu polarizacije i interferencije svjetlosti i primjene u tehnologiji.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

**FIZ SŠ C.4.2.**

**FIZ SŠ D.4.2.**

*Objašnjava  
nastanak, svojstva  
i primjene  
elektromagnetskih  
valova.*

### RAZRADA ISHODA

- Analizira elektromagnetske valove.
- Opisuje izvore elektromagnetskog zračenja.
- Opisuje energijski spektar elektromagnetskog zračenja.
- Objašnjava vrste elektromagnetskog zračenja i primjene.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI OSTVARENOSTI *DOBAR* NA KRAJU RAZREDA

- Objašnjava razliku između elektromagnetskog i mehaničkog vala.
- Opisuje svojstva elektromagnetskih valova (valnu duljinu i frekvenciju) te njihovu primjenu.

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Interferencija svjetlosti, koherentnost izvora svjetlosti, ogib svjetlosti, optička rešetka, *polarizacija svjetlosti (izborna)*, nastajanje i rasprostiranje elektromagnetskih valova, vrste elektromagnetskih valova - elektromagnetski spektar.



---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Pokusi, rasprava i zaključak trebaju činiti najveći dio nastavnog procesa kao način upoznavanja i istraživanja fizičkih pojava. Izvode se tako da potiču učenikovu intelektualnu aktivnost, razvijajući eksperimentalne vještine, tražeći što više samostalnosti u pretpostavljanju, opažanju, opisivanju, zaključivanju i analizi rezultata.

Objasniti propusnost atmosfere na EM zračenje, uključujući međudjelovanje ionosfere s radiovalovima.

Opisati primjere polarizacije i interferencije svjetlosti iz prirode (sloj ulja u vodi, perje ptica, mjehur sapunice, polarizacijske naočale, dvolomac).

Objasniti utjecaj elektromagnetskog zračenja na Zemlju i živi svijet.

Objasniti istraživanje svemira kroz elektromagnetski spektar.

Analizirati utjecaj valne duljine na interferencijsku sliku Youngovim pokusom i na optičkoj rešetki.

Matematički opisati i objasniti ogib na pukotini i optičkoj rešetki.

Provesti istraživanja interferencije svjetlosti iz dvaju izvora (Youngov pokus) i ogiba na optičkoj rešetki.

U odgojno-obrazovnom ishodu FIZ SŠ C.4.1./FIZ SŠ D.4.1. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.4.3.**  
**FIZ SŠ D.4.3.**

*Analizira valno-  
čestični model  
svjetlosti i tvari.*

**RAZRADA ISHODA**

- Matematički opisuje i analizira fotoelektrični učinak.
- Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja.
- Opisuje de Broglievu hipotezu i difrakciju elektrona.
- Interpretira valnu funkciju.
- *Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti (izborni).*

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Kvalitativno i matematički opisuje fotoelektrični učinak.
- Objašnjava izlazni rad elektrona.
- Objašnjava princip rada fotoelektrične ćelije.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.4.4.**  
**FIZ SŠ D.4.4.**

*Analizira modele  
atoma i energijske  
spektre.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje modele atoma.
- Analizira emisijske i apsorpcijske spektre.
- Analizira razvoj modela atoma.
- *Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser) (izborni).*

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Opisuje Rutherfordov eksperiment.
- Opisuje energijske spektre pojedinih atoma i molekula.
- *Opisuje glavne značajke lasera i navodi važne primjene (izborni).*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ A.4.5.**  
**FIZ D.4.5.**

*Objašnjava model  
atomske jezgre i  
nuklearne reakcije.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje građu atomske jezgre.
- Opisuje svojstva jake sile.
- Objašnjava nuklearne reakcije.
- Primjenjuje koncept defekta mase.
- Objašnjava procese nuklearne fisije i fuzije.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava koncept defekta mase na primjerima.
- Definira atomsku jedinicu mase.
- Objašnjava načela dobivanja energije iz nuklearnih reakcija (fisija i fuzija).



---

## SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Kvantizacija elektromagnetskog zračenja, fotoelektrični učinak, valno-čestična obilježja pri opisu prirode, razvoj modela atoma, Bohrov model atoma, kvantno fizički model atoma, energijski spektri, *stimulirana emisija fotona - laser*, građa atomskih jezgara, nuklearne reakcije, nuklearna fisija i fuzija, defekt mase i energija vezanja atomske jezgre.

---

## PREPORUKA ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Analizirati primjene fotoelektrične ćelije kod digitalnih fotoaparata.

Opisati nuklearne reakcije u zvijezdama i svemiru.

Istražiti mogućnosti ostvarivanja kontrolirane termonuklearne fuzije (magnetska boca, laserska mikroeksplozija).

Kod ovih je ishoda moguće primjenjivati snimljene pokuse ili računalne simulacije.

U odgojno-obrazovnom ishodu FIZ SŠ A.4.3./ FIZ SŠ D.4.3 preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ B.4.6.**

**FIZ SŠ D.4.6.**

*Analizira  
radioaktivne  
raspade i opisuje  
učinke ionizirajućeg  
zračenja na žive  
organizme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje svojstva radioaktivnih zračenja te analizira njihove primjene i učinke na žive organizme.
- Analizira i primjenjuje zakon radioaktivnog raspada.
- *Opisuje načine detekcije ionizirajućeg zračenja (izborno).*

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Grafički opisuje zakon radioaktivnog raspada.
- Opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme.
- *Opisuje načine detekcije zračenja (izborno).*

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Radioaktivnost, radioaktivni raspad, *detekcija ionizirajućeg zračenja (izborno)*, djelovanje ionizirajućeg zračenja na čovjeka.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Objasniti datiranje starosti organskih tvari pomoću ugljika C14.

Kod ovog je ishoda moguće primjenjivati snimljene pokuse ili računalne simulacije.

Preporuča se posjetiti znanstvene institute i sveučilišta.

---



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ C.4.7.**

**FIZ SŠ D.4.7.**

*Opisuje i primjenjuje osnovne ideje specijalne teorije relativnosti (STR-a).*

**RAZRADA ISHODA**

- Objašnjava postulate specijalne teorije relativnosti (STR).
- Opisuje dilataciju vremena.
- Opisuje kontrakciju duljine.
- Tumači načelo ekvivalencije mase i energije.
- *Opisuje relativnost istodobnosti (izborna).*

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Kvalitativno opisuje relativističku dilataciju vremena.
- Kvalitativno opisuje relativističko skraćivanje duljina.
- *Opisuje princip rada svjetlosnog sata (izborna).*
- *Zaključuje o različitim očitanjima satova dvaju promatrača u različitim inercijskim sustavima (izborna).*

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Galileijeva relativnost, specijalna teorija relativnosti, *relativnost istodobnosti*, relativističko skraćivanja duljina, energija mirovanja, *relativistička energija (izborna)*.

---

**PREPORUKA ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Objasniti testiranje STR na primjeru eksperimenta s atomskim satovima.

Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja (dilatacija vremena i kontrakcija duljine) jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu.

Kod ovog je ishoda moguće primjenjivati snimljene pokuse ili računalne simulacije.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ B.4.8.**

**FIZ SŠ D.4.8.**

*Opisuje model  
nastanka i strukturu  
svemira.*

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje četiri fundamentalne sile.
- Objašnjava nastanak i razvoj svemira.
- *Opisuje osnovne elementarne čestice. (izborno).*
- *Objašnjava evoluciju zvijezda (izborno).*

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava model nastanka Sunčeva sustava.
- *Navodi glavne tipove zvijezda i uspoređuje njihove osnovne značajke (izborno).*

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

*Elementarne čestice (izborno), fundamentalne sile, teorija velikog praska, nuklearno podrijetlo elemenata, tamna tvar, tamna energija, razvoj svemira, razvoj zvijezda (izborno).*

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Opisati sudarivače čestica.

Opisati nastanak i razvoj svemira te eksperimentalne dokaze velikog praska.

Mogu se opisati i sudari neutronske zvijezde – kilonova (nastanak zlata i srebra u svemiru i povezati s gravitacijskim valovima).

Kod ovog je ishoda moguće primjenjivati snimljene pokuse ili računalne simulacije.

Preporuča se posjetiti znanstvene institute i sveučilišta.



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.4.9.**

**FIZ SŠ B.4.9.**

**FIZ SŠ C.4.9.**

**FIZ SŠ D.4.9.**

*Rješava fizičke  
probleme.*

**RAZRADA ISHODA**

- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.
- Primjenjuje i interpretira različite reprezentacije fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rezultat.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Symbolima označuje fizičke veličine na crtežu.
- Prikazuje situaciju grafičkim prikazom ili dijagramom.
- Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.
- Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.
- Zaokružuje vrijednosti fizičkih veličina na pouzdane znamenke.
- Kvalitativno zaključuje povezujući manji broj osnovnih koncepata.

---

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, pouzdane znamenke, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, teorija.

---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.

---



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**

**FIZ SŠ A.4.10.**

**FIZ SŠ B.4.10.**

**FIZ SŠ C.4.10.**

**FIZ SŠ D.4.10.**

*Istražuje fizičke  
pojave.*

**RAZRADA ISHODA**

- Istražuje prirodne pojave.
  - Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
  - Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
  - Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
  - Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.
- 

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
OSTVARENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Samostalno izvodi eksperiment.
  - Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju.
  - Procjenjuje pogrešku mjerenja.
  - Računa i tumači relativnu pogrešku.
  - Objašnjava teorijsku podlogu.
  - Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku.
  - Uspoređuje rezultate mjerenja s modelom.
  - Vrednuje proceduru i rezultate mjerenja.
  - Analizira odnose između varijabli.
  - Izgrađuje argumente utemeljene na znanstvenim dokazima.
  - Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.
- 

**SADRŽAJI ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA**

Hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.

---



---

## PREPORUKA ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini ) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
  - b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
  - c) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini ) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).
- Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.

Predloženi pokusi:

- Istražuje Youngove pruge interferencije.
- Mjeri konstantu optičke rešetke.
- Istražuje mikrovalove.
- Mjeri Brewsterov kut za staklo.
- Mjeri zakret ravnine polarizacije.
- Istražuje fotoelektrični učinak pomoću simulacije ili pokusa.
- Istražuje radioaktivni raspad.
- Istražuje alfa-raspad i beta-raspad pomoću simulacije ili pokusa.
- Istražuje učinak staklenika.
- Istražuje koeficijent restitucije elastičnih tijela.
- Istražuje optičko razlučivanje.

Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.

---



# Povezanost s drugim predmetima

## i međupredmetnim temama

Cilj je kurikularnog povezivanja nastavnih predmeta u područjima kurikuluma veća prenosivost znanja i vještina koji pridonose razvijanju temeljnih kompetencija, povećanje kreativnosti pri učenju i poučavanju svih predmeta i racionalizacija obrazovnih sadržaja. Načini na koji se može ostvariti provedba integriranih sadržaja podrazumijeva usuglašenost svih područja kurikuluma.

Fizika kao dio prirodoslovnog područja kurikuluma stvara poveznice s Prirodom i društvom, Prirodom, Tehničkom kulturom, Kemijom, Biologijom i Geografijom u vertikalnom i horizontalnom povezivanju nastavnih sadržaja na razini domena područja i domena samih nastavnih predmeta koje omogućuju pristup zajedničkim konceptima: energije i zakona očuvanja energije, gibanja, čestične građe tvari i međudjelovanja. Integriranje unutar područja moguće je i na razini izučavanja prirodnih procesa, učenja i primjene procesnih vještina kao što su eksperiment, rješavanje projektnih zadataka, analiza podataka i stvaranje izvješća.

Fizika se kao znanost često koristi matematičkim znanjima za opis fizičkih zakona, funkcionalne ovisnosti fizičkih veličina, crtanja grafičkih prikaza, vektorskog prikaza fizičkih veličina, rješavanja jednadžbi te primjenu logaritamskih, eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija. Stoga je nužno stvoriti poveznice s matematičkim područjem kurikuluma kako bi matematički sadržaji bili povezani s fizičkima na razini ciklusa poučavanja, učenja i korištenja procesnim vještinama radi razvijanja kreativnosti i inovativnosti u rješavanju fizičkih zadataka i mogućnosti matematičkog zapisa fizičkog zakona na temelju provedenoga eksperimentalnog istraživanja.

Za prikaz pokusa, virtualnih simulacija te zapisa mjerenja i njihovo grafičko prikazivanje te za obradu podataka učeničkih istraživanja mogu poslužiti informatičko-komunikacijske tehnologije.

Povezanost se s ostalim područjima može ostvariti kroz teme koje nadilaze sam sadržaj predmeta ili predstavljaju primjenu znanja fizike u nekom drugom području, u obliku interdisciplinarnih projekata. Provođenje interdisciplinarnih projekata moguće je ostvariti ne samo u klasičnoj učionici, već i izvanučioničkom i terenskom nastavom.

Problemi koje učenik rješava samostalnim istraživanjima u fizici utječu na razvoj odgovornosti za vlastito učenje, a sadrže elemente inicijative i preuzimanja rizika. Uviđanje važnosti kreativnih inovacija za gospodarski razvoj i odgovornog ponašanja prema prirodi sastavni su dio ishoda Fizike te doprinose usvajanju ishoda međupredmetnih tema Poduzetništvo i Održivi razvoj.



# F / Učenje i poučavanje fizike

## KONSTRUKTIVISTIČKI MODEL UČENJA

Kognitivne znanosti, kao i rezultati edukacijskih istraživanja u fizici, pokazuju da se učenje najbolje može opisati konstruktivističkim modelom prema kojem učenik znanje gradi (konstruira) od već postojećeg prijašnjeg znanja i novih informacija. Stoga je učenje uvijek aktivan, premda najčešće nesvjestan proces konstrukcije znanja. Taj model učenja ima izravne posljedice i na način poučavanja. Potrebno je osigurati i održavati visok stupanj učenikove intelektualne aktivnosti tijekom nastave kako bi se potaknuo proces učenja. Također je potrebno poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu. Neke učenikove intuitivne ideje o fizičkim pojavama bit će u suprotnosti s fizičkim idejama koje treba usvojiti pa će učenje katkad zahtijevati modificiranje ili čak radikalno restrukturiranje postojećih ideja.

## NASTAVNE METODE

Ako su učenici tijekom nastave uglavnom pasivni i nemotivirani, ona neće rezultirati postignućem učenika iskazanim kroz odgojno-obrazovne ishode. Učenici neće razviti potrebno razumijevanje, zaključivanje i sposobnosti primjene znanja i vještina. Stoga je važno koristiti metode i načine poučavanja koji će potaknuti aktivno učenje. Pokazuje se da su to ponajviše metode koje potiču međudjelovanje između učenika i učitelja te učenika međusobno. Međudjelovanje je bitno jer se njime potiče intelektualna aktivnost učenika poput razmišljanja, zaključivanja i verbaliziranja ideja, što sve zajedno vodi ne samo do formiranja novog znanja, nego i do razvoja brojnih učenikovih sposobnosti. Verbalizacija ideja izrazito je važan element u razvoju mišljenja. Stoga, u svakoj prilici treba kod učenika inzistirati na jasnom i potpunom izražavanju. Isto tako i pitanja koja učitelj postavlja imaju veliku ulogu u vođenju učenika u razmišljanju i zaključivanju te je izrazito važno da ona budu formulirana tako da zahtijevaju i potiču na razmišljanje. Interaktivne nastavne metode su brojne, a uključuju na primjer usmjerenu raspravu, kooperativno rješavanje zadataka u malim skupinama, izvođenje eksperimenata, prikupljanje odgovora cijelog razreda na konceptualna pitanja s pomoću elektroničkog sustava za odgovore ili kartica. Interaktivne nastavne metode omogućuju učenicima da dobiju povratnu informaciju o svojem učenju tijekom nastave, a učitelju daju dobar uvid u postignuća učenika, kao i u poteškoće s kojima se tijekom učenja suočavaju te smanjuju potrebu za klasičnim usmenim ispitivanjem.

Učenje će biti najučinkovitije ako se isti koncepti susreću u različitim kontekstima, ako se na njih vraća u više navrata na različitim razinama složenosti (tzv. spiralno učenje) te ako se iskazuju kroz više različitih reprezentacija (npr. grafički, jednadžbom, riječima). Izrazito je važno, gdje god je moguće, fizičke pojave povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

## ULOGA EKSPERIMENATA U NASTAVI FIZIKE

U nastavi Fizike veliku ulogu imaju eksperimenti, kako demonstracijski koje obično izvodi učitelj, tako i učenički. Učenje se najlakše ostvaruje ako se polazi od konkretnog prema apstraktnom. Stoga je važno da eksperiment, koji predstavlja konkretno iskustvo fizičke pojave koja se proučava, bude ishodište i okosnica nastave. Povremeno je moguće primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije, ali prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici. Pokusi trebaju biti uklopljeni u nastavni proces kao sredstvo upoznavanja i istraživanja fizičkih pojava. Izvode se tako da angažiraju učenike i potiču njihovu intelektualnu aktivnost, tražeći od njih da pritom što više samostalno pretpostavljaju, opažaju, opisuju, zaključuju i analiziraju rezultate.

## ISTRAŽIVAČKI USMJERENA NASTAVA FIZIKE

Učenici trebaju učenjem Fizike razviti sposobnost znanstvenog razmišljanja i zaključivanja te upoznati načine stjecanja novih znanja u području prirodnih znanosti. Drugim riječima, trebaju učiti i o znanstvenim metodama, a ne samo o znanstvenim rezultatima. Fizika je istraživačka disciplina pa je važno da nastava Fizike bude također istraživački usmjerena kako bi mogla ostvariti navedene ciljeve.

Istraživački usmjerena nastava Fizike započinje otvaranjem problema pokusom ili pitanjima koja novu pojavu ili koncept smještaju u kontekst realnog života. Nakon početne faze prikupljanja i diskutiranja ideja učenika slijedi važan korak upoznavanja nove pojave kroz pokus. Potom se postavlja jedno ili više istraživačkih pitanja na koja učenici nastoje odgovoriti kroz vođeno istraživanje, tj. planiranjem i provođenjem novih pokusa uz učiteljevo vodstvo. Istraživanje najčešće ima za cilj otkriti pravilnosti karakteristične za pojavu koja se proučava i izgraditi model koji je može opisati, a može se provoditi kroz učeničke pokuse ili kroz frontalne istraživačke pokuse i raspravu. U oba je slučaja izrazito važno da učenici postavljaju i testiraju hipoteze, predviđaju, grade modele, provode kontrolu varijabla, samostalno opisuju, organiziraju i usustavljaju opažanja i rezultate mjerenja te ih predstavljaju ostatku razreda. U razrednoj se raspravi tada formiraju zaključci iz dobivenih rezultata. Uz učiteljevu pomoć najčešće se tada formulira i matematički model koji opisuje novu pojavu, a potom se razmatra njegovo značenje i mogućnosti primjene. Sve navedene aktivnosti i procesi imaju veliku vrijednost i ulogu u razvijanju intelektualnih sposobnosti učenika, njihova prelaženja s konkretnog na formalno mišljenje, kao i za upoznavanje prirode znanosti.



## FIZIKA KAO OPĆEOBRAZOVNI PREDMET

Pri nastavi Fizike važno je istaknuti i razvoj ideja u fizici tijekom povijest te ih ilustrirati odabranim primjerima. Cilj je da učenici upoznaju fiziku kao specifičnu ljudsku djelatnost koja ima velik utjecaj na razvoj društva i svakodnevni život. Razvoj fizičkih ideja treba predočiti na odabranim primjerima iz povijesti fizike uz naglašavanje odnosa teorije i eksperimentalnih podataka. Povijesna perspektiva važna je i kako bi se naglasio međudodnos i utjecaj društva i znanosti u različitim vremenima. Također je važno upozoriti na povezanost fizike s razvojem tehnike i tehnologije te s drugim prirodnim znanostima. Za učenike koji se u svojem profesionalnom životu neće izravno baviti prirodnim i tehničkim znanostima, Fizika je općeobrazovni predmet koji razvija razumijevanje temeljnih prirodnih zakonitosti i funkcioniranja znanosti te sposobnost formalnog mišljenja i osnovne načine znanstvenog zaključivanja.

## RJEŠAVANJE ZADATAKA U NASTAVI FIZIKE

Ostvarenje ishoda „rješava fizičke probleme” uključuje rješavanje svih tipova zadataka različitih složenosti. Rješavanje zadataka složena je vještina koja se postupno razvija. Iako je važna, ne treba joj davati središnje mjesto u nastavi Fizike. Treba primjenjivati konceptualne i numeričke zadatke kojima se provjerava proceduralno i metakognitivno znanje. Konceptualni zadatci uglavnom ne uključuju primjenu matematičkih operacija, a svrha im je razvijanje i provjeravanje učenikova razumijevanja fizičkih koncepata i pripadnih reprezentacija, razvijanja sposobnosti kvalitativnog zaključivanja te osnovnih oblika znanstvenog zaključivanja. Numerički zadatci također zahtijevaju konceptualno razumijevanje, no primarno služe razvijanju i provjeravanju sposobnosti matematičkog modeliranja fizičkih situacija. Nakon obrade novih sadržaja prvo se vježbaju konceptualni, a tek potom numerički zadatci. Zadatci se trebaju razlikovati prema stupnju složenosti (niska, srednja i veća) i razini kognitivne zahtjevnosti. Zadatci niske složenosti sadrže provjeravanje razumijevanja i primjene jednog koncepta, fizičkog izraza ili pravila. Zadatci srednje složenosti ispituju razumijevanje, primjenu te analizu situacije koju povezuju manji broj koncepata, relacija, pravila ili reprezentacija (npr. grafovi, dijagrami sila, itd.) te manji broj koraka u planiranju i provođenju postupka rješavanja. Oni se također najčešće odnose na razumijevanje poznatih situacija iz okoline. Zadatci veće složenosti tipično uključuju povezivanje i interpretiranje većeg broja koncepata, relacija, pravila ili reprezentacija te veći broj koraka u planiranju i provođenju postupka rješavanja. Zadatci srednje i veće složenosti zahtijevaju primjenu strateškog (metakognitivnog) znanja i pristupa problemu, koji uključuju vizualizaciju problema, fizički opis situacije i odabir relevantnoga fizičkog modela, matematički opis, provođenje postupka rješavanja i evaluaciju dobivenog rješenja. Takvi zadatci (srednja i veća složenost) u većoj mjeri zahtijevaju uporabu viših kognitivnih operacija, poput analize i donošenja zaključka na temelju evaluacije rezultata.

U osnovnoj školi zadatci će uglavnom biti na niskoj razini složenosti. U srednjim školama treba uvesti zadatke svih triju razina kako bi se osigurala postupnost u razvijanju vještine matematičkog modeliranja. Zbog ograničenja kao što su broj sati nastavnih predmeta,

matematička znanja i kognitivna zrelost učenika ne očekuje se primjena zadataka jednakog stupnja složenosti u svim razredima i na svim temama. Zadatci veće složenosti preporučuju se raditi na dva do tri odabrana ishoda po razredu. Treba naglasiti da bi se u srednjoj školi trebale početi više primjenjivati i nove vrste zadataka koje su edukacijska istraživanja u fizici identificirala kao potencijalno učinkovitije u razvijanju viših kognitivnih sposobnosti (npr. zadatci s opsežnijim kontekstom, zadatci rangiranja i usporedbe, opisivanje fizičke situacije koja odgovara zadanoj jednadžbi, otvoreni problemi itd.).

## POTICANJE INTERESA ZA FIZIKU I IZVRSNOSTI

Učenicima je moguće povremeno dati otvorene projekte koje mogu samostalno realizirati izvan redovne nastave - kod kuće ili u sklopu dodatne nastave. Takvi samostalni radovi mogu biti izrazito poticajni za učenike te razviti njihove sposobnosti i znanja, njihovu znatiželju i sklonost fizici. Važan je zadatak nastave Fizike također i poticanje izvrsnosti kod učenika te rad s darovitim učenicima kroz njihovo praćenje i uključivanje u razna natjecanja i projekte. U tom je smislu važna suradnja škola i istraživačkih ustanova (fakulteta i instituta) kako bi se darovitim i zainteresiranim učenicima već vrlo rano moglo dati priliku da upoznaju autentičan istraživački rad i u njega se djelomično i uključe. Učenje i poučavanje Fizike, koje ima naglašen istraživački aspekt, može znatno potaknuti interes učenika za prirodne i tehničke znanosti općenito, a posebno za fiziku te time potencijalno utjecati na povećanje broja učenika koji će svoju profesiju birati u tim područjima.

## UČENICI S POSEBNIM ODGOJNO-OBRAZOVNIM POTREBAMA

Za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama (učenici s teškoćama i daroviti učenici) učitelji planiraju kurikulum usmjeren na učenika. Osobitosti/teškoće učenika zahtijevaju njima sukladne individualizirane/diferencirane postupke, ciljeve učenja, razinu ostvarenosti odgojno-obrazovnog ishoda, opseg i dubinu sadržaja učenja, strategije i aktivnosti poučavanja kojima se žele ostvariti postavljeni ciljevi te načini vrednovanja i ocjenjivanja ostvarenih postignuća.

## NUŽNI MATERIJALNI UVJETI ZA IZVOĐENJE NASTAVE FIZIKE

Kako suvremena i kvalitetna nastava Fizike nije zamisliva bez eksperimenata, nužna je pretpostavka za njeno izvođenje postojanje specijalizirane učionice za fiziku (kabineta) u školi i dostatne opreme za izvođenje pokusa. U nastavi se treba koristiti brojnim suvremenim tehnologijama poput računala, suvremene nastavne eksperimentalne opreme, interneta i drugog koje trebaju biti na raspolaganju učitelju i učenicima.

A

K

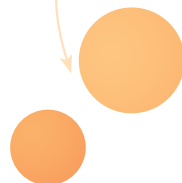
—

N

—

E

103



# Vrednovanje ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda

Vrednovanje odgojno-obrazovnih ishoda odražava ostvarenje ciljeva učenja i poučavanja Fizike. Vrednovanje podrazumijeva sustavno prikupljanje podataka o napredovanju učenika tijekom učenja i poučavanja, a ostvaruje se praćenjem, provjeravanjem i ocjenjivanjem. Ono uključuje i samoprocjenu učenika o osobnom napretku tijekom procesa učenja i poučavanja. Cilj i svrha vrednovanja prije svega je unapređenje procesa učenja i napredovanja učenika te je sastavni dio planiranja učenja i poučavanja.

Metode i tehnike kojima se učitelj može koristiti pri učenju i poučavanju Fizike za vrednovanje su: praćenje aktivnosti učenika tijekom individualnog rada, rada u skupini, poticanje rasprave, praćenje i provjeravanje prezentacija rezultata rada, provjeravanje školskih i domaćih uradaka, aktivno korištenje ciljanih pitanja, kartica, radnih mapa, aktivno korištenje mrežnih platformi za kreiranje kvizova, uporaba pisanih provjera, usmenog ispitivanja i slično. Umjesto usmenog ispitivanja preporučuje se kontinuirano praćenje učeničkih odgovora kroz interaktivan, istraživački usmjeren proces učenja i poučavanja.

S ciljem unapređenja učenja provode se tri pristupa vrednovanju:

- **Vrednovanje za učenje** integrirano je u proces učenja i poučavanja. Pritom se prepoznaju inicijalne učenikove koncepcije, prati njegovo konstruiranje koncepata i modela u fizici, a sve radi napredovanja učenika u ostvarenju zadanih ishoda.
- **Vrednovanje kao učenje** usmjereno je na učenika, pri čemu se učenik potiče na praćenje, refleksiju i samovrednovanje vlastitog učenja, samoanalizu vlastitog i procjenu rezultata rada drugih učenika.
- **Vrednovanje naučenoga** ima svrhu uvida u ostvarenje razina ostvarenosti znanja, vještina i stavova nakon učenja nastavne cjeline, više cjelina ili pri završetku nastavne godine. Planirano ga provodi učitelj, najčešće usmenim i pisanim provjerama i pisanim ispitima.

Dakle, vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje su formativna vrednovanja, usmjerena na poticanje učeničkog napredovanja tijekom procesa učenja, te se ne ocjenjuju. Vrednovanje naučenoga je sumativno i uvijek završava ocjenom.

Elementi su vrednovanja u nastavnom predmetu Fizika :

**A) ZNANJE I VJEŠTINE** – vrednuje se učenikovo poznavanje, opisivanje i razumijevanje fizičkih koncepata te njihovo povezivanje i primjena u objašnjavanju fizičkih pojava, zakona i teorija. To uključuje logičko povezivanje i zaključivanje u tumačenju raznih reprezentacija poput dijagrama, grafičkih prikaza, jednadžbi, skica i slično, uzimajući u obzir značajke znanstvenog stila izražavanja kao što su racionalnost, konciznost i objektivnost. Ostvaruje se formativno ili sumativno, usmeno ili pisano.



**B) KONCEPTUALNI I NUMERIČKI ZADACI** – vrednuje se učenikova sposobnost primjene fizičkih koncepata u rješavanju svih tipova zadataka. Vrednuje se i kreativnost u rješavanju te sposobnost kritičkog osvrta na rješenja. Također se prati i vrednuje učenikov napredak u strategiji rješavanja zadataka. Ta strategija podrazumijeva korištenje određenih procedura i metakognicije u specifičnom fizičkom kontekstu čime se posredno vrednuje i usvojenost elementa pod A. Ostvaruje se formativno ili sumativno, pisano ili usmeno. Pisani ispit treba sastavljati od ravnomjerno zastupljenih konceptualnih i numeričkih zadataka različite složenosti.

**C) ISTRAŽIVANJE FIZIČKIH POJAVA** – vrednuje se kontinuiranim praćenjem učenikove aktivnosti u istraživački usmjerenom učenju i poučavanju. Vrednovanje uključuje kontinuirano praćenje i pregledavanje učenikovih zapisa eksperimentalnog rada (npr. bilježnica, portfolija) te praćenje i bilježenje učenikovih postignuća. Nadalje, vrednuju se eksperimentalne vještine, obrada i prikaz podataka, donošenje zaključaka na temelju podataka, doprinos timskom radu pri izvođenju pokusa u skupinama, doprinos istraživanju i raspravi koji se provode frontalno, sustavnost i potpunost u opisu pokusa i zapisu vlastitih pretpostavka, opažanja i zaključaka, kreativnost u osmišljavanju novih pokusa te generiranje i testiranje hipoteza.

Elementi vrednovanja pod A, B i C vrednuju se ocjenama od 1 do 5. Doprinos elementa A, B i C u zaključnoj ocjeni u jednakim je postotcima.

Učitelj opisno procjenjuje i sljedeća tri elementa temeljnih kompetencija:

- odgovornost (prati se kroz sve elemente praćenja postignuća učenika)
- samostalnost i samoinicijativnost (prati se kroz učenikova istraživanja i projekte, rješavanje zadataka, služenje literaturom, prezentacije, rasprave)
- komunikacija i suradnja (prati se tijekom skupnog rada pri eksperimentalnom istraživanju i učeničkim projektima).

Važno je da učitelj vrednuje postignuće učenika po svim elementima vrednovanja, različitim metodama kontinuirano tijekom nastavne godine kako bi njegova procjena bila što pouzdanija i realnija. Vrednovanje povremeno završava ocjenom (ovisno o pristupu vrednovanju). Na temelju prikupljenih i dokumentiranih informacija učitelj donosi odluku o zaključnoj ocjeni na kraju nastavne godine.

Zaključna ocjena ne mora biti aritmetička sredina pojedinačnih ocjena dodijeljenih tijekom nastavne godine.



**PRILOG**

**1.**

**Odgojno-obrazovni ishodi, razrade ishoda,  
razine usvojenosti i preporuke  
za ostvarenje odgojno-obrazovnih ishoda  
po razredima i domenama**

## 7. RAZRED

### ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI

#### OŠ FIZ A.7.1.

Uspoređuje, dimenzije, masu i gustoću različitih tijela i tvari.

- Uspoređuje dimenzije tijela.
- Uspoređuje mase tijela.
- Objašnjava zapis i značenje fizičke veličine.
- Analizira gustoće tijela različitog oblika i sastava.
- Opisuje primjene mjerenja gustoće.

**Ključni pojmovi:**

fizička veličina, metar, kilogram, gustoća tijela, gustoća tvari, kilogram po kubnome metru

### RAZRADA ISHODA

### RAZINE USVOJENOSTI

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

- Procjenjuje i uspoređuje dimenzije tijela te pomoću odgovarajuće mjerke vrednuje svoju procjenu. Procjenjuje i uspoređuje masu tijela te vaganjem vrednuje svoju procjenu. Objašnjava zapis i značenje fizičke veličine. Opisuje značenje gustoće tvari.

#### DOBRA

- Opisuje kako se određuje gustoća tijela. Uspoređuje gustoće tekućina i čvrstih tijela na temelju podataka iz tablica. Na temelju gustoće procjenjuje od koje je tvari tijelo građeno. Objašnjava zašto jednaki volumeni različitih materijala imaju različite mase.

#### VRLO DOBRA

- Razlikuje gustoću tijela od gustoće tvari. Povezuje gustoću tekućine i gustoću tijela s plutanjem. Objašnjava zašto jednake mase različitih materijala imaju različite volumene.

#### IZNIMNA

- Analizira gustoće tijela različitog oblika i sastava. Opisuje primjene mjerenja gustoće (*zlato, ulje, salinitet...*). *Uspoređuje veličine i udaljenosti prirodnih objekata.*

## ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### OŠ FIZ B.7.2.

Analizira međudjelovanje tijela te primjenjuje koncept sile.

- Analizira učinke međudjelovanja. Opisuje različite vrste sile.
- Određuje rezultantnu silu.
- Objašnjava silu težu i težinu.
- Povezuje produljenje opruge s težinom ovješnog utega.

#### Ključni pojmovi:

međudjelovanje, sila, vektor, sile na dodir i sile na daljinu, elastična sila, njujn, gravitacijska sila, sila teža, težina, uzgon

## RAZRADA ISHODA

## RAZINE USVOJENOSTI

### ZADOVOLJAVAJUĆA

- Prepoznaje učinke međudjelovanja na jednostavnim primjerima. Razlikuje sile na dodir od sile na daljinu. Opisuje ovisnost različitih sila o udaljenosti. Prikazuje silu vektorom.

### DOBRA

- Određuje rezultantnu silu na pravcu (grafički i računski). Povezuje produljenje opruge s težinom ovješnog utega. Opisuje elastičnu silu i svojstvo elastičnosti na primjerima. *Uspoređuje iznose sila u svakodnevnom životu.*

### VRLO DOBRA

- Analizira ovisnost produljenja opruge i težine ovješnog utega. Grafički određuje rezultantnu silu u ravnini. Opisuje uzgon na primjerima. *Prepoznaje silu i protusilu na primjerima.*

### IZNIMNA

- Opisuje gravitacijsku silu. Objašnjava bestežinsko stanje. Objašnjava silu težu. *Navodi i objašnjava gdje se primjenjuje mjerenje sile.*

## ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### OŠ FIZ B.7.3.

Interpretira silu trenja i njezine učinke.

- Konstruira koncept sile trenja.
- Objašnjava trenje. Analizira učinke sile trenja.
- Razlikuje trenje kotrljanja od trenja klizanja.

#### Ključni pojmovi:

pritisna sila, sila trenja, faktor trenja

## RAZRADA ISHODA

## RAZINE USVOJENOSTI

### ZADOVOLJAVAJUĆA

- Prepoznaje silu trenja na primjerima iz života. Navodi veličine o kojima sila trenja ovisi. Uspoređuje trenje kotrljanja i trenje klizanja na primjerima. Prepoznaje korisne i nepoželjne učinke sile trenja.

### DOBRA

- Opisuje ovisnost sile trenja o vrsti dodirnih ploha i pritisnoj sili. Objašnjava načine na koje se trenje može povećati i smanjiti te navodi primjene.

### VRLO DOBRA

- Povezuje faktor trenja s vrstom podloge. Razlikuje pritisnu silu od težine tijela na primjerima. Opisuje kako bi izgledao život bez trenja.

### IZNIMNA

- Tumači primjere izrazito velikih i izrazito malih faktora trenja. *Objašnjava zašto sila trenja ovisi o sili okomitaj na površinu.*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**OŠ FIZ B.7.4.**

Analizira uvjete  
ravnoteže tijela i  
zakonitost poluge.

- Konstruira zakonitost ravnoteže poluge.
- Povezuje težište i ravnotežu.
- Opisuje polugu.
- Objašnjava primjene poluge (mjerenje težine, razni alati...).

**Ključni pojmovi:**  
težište, ravnoteža, poluga,  
krak sile, oslonac

**RAZRADA ISHODA**

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Prepoznaje ravnotežni položaj, težište i oslonac (ovjesište) tijela. Opisuje dvokraku polugu i njezinu primjenu. Opisuje težište pravilnog tijela.

**DOBRA**

- Tumači zakonitost ravnoteže poluge. Objašnjava primjene poluge. Opisuje težište ploče nepravilnog oblika. Razlikuje stabilno od nestabilnog tijela.

**VRLO DOBRA**

- Opisuje uvjete stabilnosti tijela i primjene. Prepoznaje primjere poluge kod živih bića. *Povezuje položaj težišta i oslonca (ovjesišta) za različite vrste ravnoteže.*

**IZNIMNA**

- Razmatra odnos težine i sile podloge (ovjesa) u ravnoteži. Povezuje težište s gravitacijskim međudjelovanjem.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**OŠ FIZ B.7.5.**

Analizira utjecaj tlaka.

- Konstruira koncept tlaka.
- Kvalitativno objašnjava podrijetlo hidrostatskog i atmosferskog tlaka.
- Analizira utjecaj tlaka na primjerima.

**Ključni pojmovi:**  
tlak, paskal, hidrostatski tlak,  
atmosferski tlak

**RAZRADA ISHODA**

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje na primjerima pojam tlaka i njegovu vezu sa silom i površinom. Kvalitativno opisuje tlak u tekućini. Prepoznaje uređaje za mjerenje tlaka. Prepoznaje pribor i alate kod kojih se primjenjuje veliki tlak (igla, nož...).

**DOBRA**

- Prepoznaje primjere tlakova iz svakodnevice (krvni tlak, atmosferski tlak, tlak u gumama, tlak u fluidima...).

**VRLO DOBRA**

- Kvalitativno tumači podrijetlo hidrostatskog i atmosferskog tlaka. Objašnjava zašto ne osjećamo djelovanje atmosferskog tlaka. Opisuje učinke tlačnih sila u fluidima.

**IZNIMNA**

- Analizira utjecaj tlaka na primjerima. *(fakiri, roniaci, podmornice, brane, putnici u zrakoplovima i astronauti).*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI****OŠ FIZ D.7.6.**

Povezuje rad s energijom tijela i analizira pretvorbe energije.

- Opisuje pojmove kinetičke i potencijalne energije.
- Povezuje rad i energiju.
- Analizira pretvorbe energije.
- Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjerima pretvorbe energije.

**Ključni pojmovi:**

rad, džul, kinetička energija, gravitacijska i elastična potencijalna energija, zakon očuvanja energije, vrijeme, sekunda, snaga, vat

**RAZRADA ISHODA****RAZINE USVOJENOSTI****ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Prepoznaje na primjerima da je za pokretanje tijela potreban rad. Opisuje primjere tijela koje imaju kinetičku energiju i potencijalnu energiju. Na primjerima opisuje pretvorbe energije. Prepoznaje da se isti rad može obaviti na razne načine.

**DOBRA**

- Objašnjava pojam rada. Tumači pojmove kinetičke i potencijalne energije. Povezuje rad s promjenom energije na primjerima. Prepoznaje primjere međudjelovanja pri kojima se ne obavlja rad. Tumači pojam snage. Uspoređuje snagu različitih uređaja.

**VRLO DOBRA**

- Analizira pretvorbu kinetičke i potencijalne energije u rad i obratno.  
*Uspoređuje tipične snage obnovljivih i neobnovljivih izvora energije.*

**IZNIMNA**

- Analizira primjere elastične energije i rada elastične sile.  
*Uspoređuje energetske vrijednosti hrane i obavljeni rad.*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI****OŠ FIZ A.7.7.**

Objašnjava agregacijska stanja i svojstva tvari na temelju njihove čestične građe.

- Razlikuje svojstva tijela.
- Opisuje model čestične građe tvari.
- Objašnjava agregacijska stanja modelom čestične građe tvari.

**Ključni pojmovi:**

tijelo, tvar, međumolekulske sile, čestica, molekula, međuprostor, agregacijska stanja

**RAZRADA ISHODA****RAZINE USVOJENOSTI****ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje granice dijeljenja tvari. Opisuje model čestične građe tvari. Opisuje kako tvari zauzimaju prostor na temelju čestičnog modela. Uspoređuje svojstva čvrstih, tekućih i plinovitih tijela poput stlačivosti i gustoće.

**DOBRA**

- Povezuje agregacijska stanja i svojstva tvari s međudjelovanjem čestica i njihovim gibanjem.

**VRLO DOBRA**

- Objašnjava eksperimente koji potvrđuju čestični model građe tvari.  
*Objašnjava na koji je način čestice tvari (molekule i atome) moguće „vidjeti“.*

**IZNIMNA**

- Na primjeru opruge opisuje međudjelovanje čestica. Objašnjava kako se može približno izmjeriti veličina molekule.

ODGOJNO-  
OBRAZOVNI ISHODI

## OŠ FIZ A.7.8.

Povezuje promjenu volumena tijela i tlaka plina s građom tvari i promjenom temperature.

- Objašnjava toplinsko širenje tijela.
- Objašnjava promjenu gustoće tijela s temperaturom.
- Povezuje temperaturu tijela s kinetičkom energijom molekula.
- Povezuje promjenu tlaka plina s promjenom temperature.

**Ključni pojmovi:**  
temperatura, kelvin,  
nula apsolutne temperature

## RAZRADA ISHODA

## RAZINE USVOJENOSTI

## ZADOVOLJAVAJUĆA

- Objašnjava širenje tijela čestičnim modelom. Daje primjere promjene volumena čvrstih tijela, tekućina i plinova zagrijavanjem i hlađenjem.

## DOBRA

- Tumači načelo rada alkoholnog termometra. Povezuje Celzijevu i Kelvinovu temperaturnu ljestvicu. Povezuje temperaturu tijela s kinetičkom energijom molekula. Uspoređuje promjenu obujma različitih tvari s promjenom temperature.

## VRLO DOBRA

- Objašnjava promjenu gustoće tijela s temperaturom. Opisuje tlak plina čestičnim modelom. Povezuje promjenu tlaka plina s promjenom temperature.  
*Tumači anomaliju vode i njen utjecaj na živi svijet.*

## IZNIMNA

- Objašnjava strujanje tekućina i plinova u prirodi zbog razlika u temperaturi i primjenu u tehnologiji.

ODGOJNO-  
OBRAZOVNI ISHODI

## OŠ FIZ D.7.9.

Povezuje promjenu unutarnje energije i toplinu.

- Primjenjuje koncepte unutarnje energije, topline i temperature.
- Objašnjava načine promjene unutarnje energije toplinom (zračenje, strujanje i vođenje).
- Analizira promjenu unutarnje energije.

**Ključni pojmovi:**  
zakon očuvanja energije, toplinska ravnoteža, vođenje, strujanje i zračenje, toplinski vodiči i izolatori, specifični toplinski kapacitet

## RAZRADA ISHODA

## RAZINE USVOJENOSTI

## ZADOVOLJAVAJUĆA

- Razlikuje pojmove unutarnja energija, toplina i temperatura. Opisuje zračenje, vođenje i strujanje topline. Opisuje primjenu toplinskih vodiča i izolatora pri štednji energije.

## DOBRA

- Opisuje pojam toplinske ravnoteže. Objašnjava načine promjene unutarnje energije toplinom u tekućini i plinu. Objašnjava značenje specifičnog toplinskog kapaciteta.

## VRLO DOBRA

- Opisuje primjere prijelaza energije zračenjem. Opisuje prijelaze energije u kućanstvu. Objašnjava primjenu specifičnog toplinskog kapaciteta vode  
*(npr. zagrijavanje prostorija, hlađenje motora).*

## IZNIMNA

- Objašnjava prijelaze energije u biosferi *(kopno-more, vjetar, vulkan, gejzir, morske struje).*

OŠ FIZ  
ABCD.7.10.

Istražuje fizičke pojave:

**a)** izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja

**b)** sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija

**c)** izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).

**Napomena:**

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.

- Istražuje pojavu u prirodi.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

**Prijedlozi učeničkih eksperimentalnih istraživanja:**

1. Mjeri male dimenzije (npr. debljinu lista papira).
2. Mjeri površine pravilnih i nepravilnih ploha.
3. Mjeri volumen pluća.
4. Mjeri gustoću tijela.
5. Mjeri male mase tijela.
6. Istražuje elastičnu silu opruge.
7. Istražuje trenje.
8. Mjeri faktor trenja.
9. Istražuje ravnoteže poluge.
10. Istražuje težište ploče nepravilnog oblika.
11. Istražuje tlak.
12. Istražuje tlak u vodi.
13. Istražuje snagu s pomoću elektromotora.
14. Istražuje Brownovo gibanje.
15. Istražuje toplinsko širenje zraka.
16. Istražuje toplinsko širenje.
17. Mjeri veličinu molekule.
18. Mjeri temperaturu smjese.
19. Istražuje temperaturu tijela različitih boja.
20. Istražuje toplinsku vodljivost.
21. Istražuje toplinsko strujanje.
22. Mjeri specifični toplinski kapacitet.

**Prijedlozi učeničkih projekata:**

1. Izrađuje pomičnu mjerku.
2. Izrađuje dinamometar.
3. Izrađuje vagu.
4. Izrađuje areometar.
5. Izrađuje crnu kutiju.
6. Izrađuje vodeni sat.
7. Izrađuje barometar.
8. Izrađuje pop-pop čamac.
9. Izrađuje balon na topli zrak.
10. Izrađuje termometar.

**Ključni pojmovi:**

hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, pogreška mjerenja, kontrola varijabla, zaključak

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Postavlja pitanja na temelju svojih iskustava. Navodi pribor i mjerne uređaje. Izvodi mjerenja uz pomoć. Opisuje i skicira pokus. Pridržava se pravila sigurnosti. Bilježi opažanje prema uputama. Iznosi svoje ideje drugim učenicima. Koristi Međunarodni (SI) sustav mjernih jedinica. Prepoznaje fizičke veličine te ispravno koristi njihove oznake i mjerne jedinice. Prepoznaje pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**DOBRA**

- Navodi pretpostavke i predviđa ishod eksperimenta na temelju iskustva. Izvodi fizička mjerenja. Objašnjava razloge pridržavanja sigurnosnih pravila prilikom izvođenja eksperimenta. Prepoznaje varijable. Prepoznaje fizičke veličine koje je potrebno održavati stalnima. Bilježi opažanja samostalno. Prikazuje mjerne podatke tablično. Kvalitativno interpretira rezultate mjerenja. Koristi predmetke i njihove znakove za označavanje određenih decimalnih višekratnika i nižekratnika. Pretvara mjerne jedinice. Opisuje pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**VRLO DOBRA**

- Objašnjava svoje pretpostavke. Objašnjava svrhu eksperimenta. Izvodi pokus prema uputama. Mjerne podatke prikazuje grafički i uočava njihovu pravilnost. Uspoređuje rezultate eksperimenta s teorijom. Definira osnovne SI jedinice koje koristi u eksperimentu. Razlikuje osnovne i izvedene mjerne jedinice. Računa srednju vrijednost fizičke veličine. Prepoznaje grube pogreške mjerenja. Oblikuje zaključak. Objašnjava pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**IZNIMNA**

- Postavlja istraživačko pitanje. Samostalno izvodi pokus. Iznosi zapažanja koja doprinose odgovoru na istraživačko pitanje. Ukazuje na moguće uzroke rezultata pokusa. Koristi različite prikaze kako bi predstavio svoje ideje i rezultate. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Objašnjava zaključke. Koristi se dodatnom literaturom. Raspravlja o pojavi u prirodi prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.



## OŠ FIZ ABCD.7.11.

Rješava fizičke  
probleme.

**Napomena:**

Razine usvojenosti su  
okvirne i nije ih nužno  
ostvarivati pri  
svakom ishodu.

- Vizualizira situaciju u problemu.
- Identificira ciljeve rješavanja problema. Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela.
- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rješenje.

**Ključni pojmovi:**

fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Interpretira fizičku situaciju zadanu tekstualno. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Opisuje veze među fizičkim veličinama i mjernim jedinicama. Navodi poznate primjere. Kvalitativno zaključuje primjenjujući osnovne koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini. Očitava vrijednosti veličina iz grafičkog prikaza.

**DOBRA**

- Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje matematički model (vezu među veličinama iskazuje formulom). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini usvojenosti ishoda.

**VRLO DOBRA**

- Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.

**IZNIMNA**

- Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje. Zadatke srednje složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.*

Mjerenje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.

Određivanje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjere.

Domene: **A** – Struktura tvari, **B** – Međudjelovanje, **C** – Gibanje, **D** – Energija

Na kraju 8. razreda učenik:

## 8. RAZRED

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>OŠ FIZ BC.8.1.</b>  Povezuje pojavu razdvajanja električnog naboja s pojavom električne struje i napona.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opisuje međudjelovanje električnih naboja.</li><li>• Povezuje pojavu električne struje s električnom silom.</li><li>• Objašnjava električnu struju u metalima i elektrolitima.</li><li>• Povezuje električni napon s energijom jediničnog naboja u izvoru.</li><li>• Opisuje pojavu elektromagnetske indukcije.</li></ul> <b>Ključni pojmovi:</b> elektriziranje, elektron, ion, električni naboj, kulon, električna sila, baterija, električna struja, električni napon	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Opisuje električno međudjelovanje. Opisuje na primjerima razdvajanje suprotnih električnih naboja. Opisuje pojavu električne struje. Navodi izvore električne struje. Razlikuje vodiče i izolatore.</li></ul> <hr/> <b>DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Objašnjava elektriziranje tijela trljanjem na temelju građe atoma. Povezuje pojavu električne struje s električnom silom. Povezuje električni napon s energijom jediničnog naboja u izvoru. Razlikuje nositelje električne struje u metalima, tekućinama i plinovima.</li></ul> <hr/> <b>VRLO DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Opisuje razdvajanje električnih naboja pomoću magneta i zavojnice. Opisuje razdvajanje električnih naboja u bateriji. Objašnjava električnu struju u metalima i elektrolitima. <i>Opisuje električnu struju u živčanom sustavu.</i></li></ul> <hr/> <b>IZNIMNA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Raspravlja o privlačenju elektriziranog i neutralnog tijela. <i>Opisuje pojavu električnog napona u različitim izvorima električne energije. Objašnjava pojavu munje i princip rada gromobrana.</i></li></ul>
<b>OŠ FIZ DB.8.2.</b>  Analizira učinke električne struje i pojavu magnetizma.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analizira učinke električne struje u jednostavnom strujnom krugu. Opisuje magnetsko djelovanje električne struje.</li></ul> <b>Ključni pojmovi:</b> električni strujni krug, trošilo, magnetski, toplinski, svjetlosni i kemijski učinci električne struje, magnet, magnetska sila, elektromagnet	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Opisuje i sastavlja jednostavan električni strujni krug. Prepoznaje učinke električne struje. Opisuje međudjelovanje magneta. Razlikuje tvari po magnetskim svojstvima. Navodi primjene magneta u svakodnevnom životu. Opisuje elektromagnet.</li></ul> <hr/> <b>DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Opisuje magnetski učinak električne struje. Objašnjava načelo rada elektromagneta. Opisuje Zemlju kao magnet i načelo rada kompasa.</li></ul> <hr/> <b>VRLO DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Opisuje kemijski učinak električne struje (npr. galvanizacija). Povezuje magnetske polove zavojnice sa smjerom električne struje. Opisuje o čemu ovisi jakost elektromagneta.</li></ul> <hr/> <b>IZNIMNA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Objašnjava važnost Zemljina magnetizma. <i>Raspravlja o primjerima magnetizma kod životinja.</i></li></ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>OŠ FIZ D.8.3.</b></p> <p>Analizira električnu struju i napon te primjenjuje koncepte rada i snage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava grananje električne struje u paralelnom spoju i napon na pojedinim otpornicima serijskoga spoja.</li> <li>• Povezuje električnu energiju s radom električne struje.</li> <li>• Analizira rad i snagu električne struje.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> ampermetar, amper, voltmetar, volt, izvori energije, štednja energije, kilovatsat</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje način spajanja ampermetra i voltmetra. Shematski prikazuje jednostavan električni strujni krug s mjernim instrumentima. Opisuje pretvorbe energije u trošilima.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizira rad i snagu električne struje na primjerima. Shematski prikazuje električni strujni krug sa serijskim i paralelnim spojem trošila te mjernim instrumentima. Razmatra mogućnosti uštede energije u kućanstvu.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava način spajanja trošila u kućanstvu. Uspoređuje zbroj električnog napona na trošilima i napon izvora. Objašnjava grananje električne struje u paralelnom spoju i napon na pojedinim otpornicima serijskoga spoja. Objašnjava mjernu jedinicu kilovatsat na primjerima.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizira potrošnju električne energije kućanskih uređaja. <i>Objašnjava načela rada ampermetra i voltmetra. Opisuje pojavu elektromagnetske indukcije. Uspoređuje snage različitih izvora i postrojenja za proizvodnju električne energije.</i></li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>OŠ FIZ A.8.4.</b></p> <p>Objašnjava električni otpor vodiča.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razlikuje električne izolatore i vodiče.</li> <li>• Analizira električni otpor trošila.</li> <li>• Objašnjava zašto vodič ima otpor.</li> <li>• Objašnjava Ohmov zakon.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> električni otpor, om, strujni udar</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje električni otpor. Objašnjava kratki spoj. Na primjerima objašnjava opasnost od strujnog udara. Opisuje primjenu dobrih i loših električnih vodiča te izolatora.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizira električni otpor trošila. Analizira grafički prikaz ovisnosti električne struje o naponu za otpornik. Objašnjava Ohmov zakon.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kvalitativno opisuje ovisnost električnog otpora vodiča o njegovoj duljini i površini poprečnog presjeka. Objašnjava zašto vodič ima otpor.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizira električni otpor u serijskom i paralelnom spoju trošila.</li> </ul>

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**OŠ FIZ C.8.5.**

Analizira gibanje tijela po pravcu.

**RAZRADA ISHODA**

- Analizira jednoliko i nejednoliko gibanje.
- Određuje srednju brzinu tijela.
- Grafički i tablično prikazuje vremensku ovisnost položaja i brzine.

**Gljučni pojmovi:**  
gibanje, vremenski interval, pomak, prijeđeni put, brzina, metar po sekundi

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje kako se određuje vrijeme i prijeđeni put tijela. Uvodi vremensku ljestvicu te na njoj određuje vrijeme za prijeđeni put. Grafički prikazuje te očitava ovisnost prijeđenog puta o vremenu. Opisuje srednju brzinu tijela. Opisuje jednoliko i nejednoliko gibanje. Uspoređuje brzine raznih životinja i predmeta.

**DOBRA**

- Iz točkastih dijagrama gibanja izrađuje tablične prikaze. Dopunjava i preračunava tablice gibanja. Grafički prikazuje ovisnost brzine o vremenu. Razlikuje stalnu brzinu jednolikoga gibanja i srednju brzinu nejednolikoga gibanja.

**VRLO DOBRA**

- Povezuje nagib pravca u s-t grafičkom prikazu s brzinom tijela. Na temelju grafičkog prikaza tumači gibanje tijela te određuje brzinu i prijeđeni put.

**IZNIMNA**

- Iz s-t grafičkog prikaza stvara v-t prikaz i obratno. Analizira i grafički prikazuje primjere gibanja iz okoline.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**OŠ FIZ  
CB.8.6.**

Analizira povezanost promjene brzine, sile i mase tijela.

**RAZRADA ISHODA**

- Povezuje promjenu brzine i akceleraciju.
- Povezuje promjenu brzine tijela s njegovom masom i rezultatnom silom.
- Opisuje svojstvo tromosti tijela.

**Gljučni pojmovi:**  
akceleracija, metar u sekundi na kvadrat, tromost

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje akceleraciju tijela. Akceleraciju povezuje sa silom. Opisuje svojstvo tromosti tijela. Iznosi primjere ubrzanoga i usporenoga gibanja.

**DOBRA**

- Analizira akceleraciju tijela. Opisuje jednoliko ubrzano gibanje. Grafički prikazuje ovisnost brzine o vremenu. Povezuje tromost tijela i masu. Objasnjava slobodni pad.

**VRLO DOBRA**

- Objasnjava utjecaj otpora zraka pri slobodnom padu. Povezuje promjenu brzine tijela s njegovom masom i rezultatnom silom. Grafički prikazuje ovisnost akceleracije o vremenu.

**IZNIMNA**

- Objasnjava zašto sva tijela imaju jednako ubrzanje slobodnog pada.  
*Primjere ubrzanoga gibanja prikazuje u različitim grafičkim prikazima. Raspravlja o gibanju svemirskih objekata i letjelica.*

ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODIOŠ FIZ  
CD.8.7.

Povezuje pojavu titranja i prijenos energije valom.

## RAZRADA ISHODA

- Objašnjava nastanak i vrste valova.
- Opisuje val.
- Kvalitativno opisuje odbijanje vala.
- Objašnjava zvuk.
- Objašnjava prijenos energije valom.

**Ključni pojmovi:**

titranje čestica, frekvencija, valna duljina, brzina vala, zvuk, period, transversalan i longitudinalan val, *amplituda*

## RAZINE USVOJENOSTI

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje pojavu titranja tijela (opruga, njihalo). Povezuje titranje tijela s nastankom vala. Opisuje val zvuka. Razlikuje valove na vodi po obliku. Razlikuje vrste valova po smjeru titranja čestica te uočava njihovu valnu duljinu.

**DOBRA**

- Opisuje period, brzinu i frekvenciju vala. Razlikuje šum i ton. Opisuje primjene ultrazvuka u svakodnevnom životu. Opisuje nastajanje zvuka u različitim sredstvima.

*Opisuje zagađenje bukom.*

**VRLO DOBRA**

- Opisuje odbijanje vala i nastanak jeke. Objašnjava prijenos energije valom. Razlikuje zvuk i ultrazvuk.

*Opisuje i navodi primjene različitih elektromagnetskih valova (svjetlost, ultraljubičasti valovi, rendgenski valovi, radiovalovi, mikrovalovi).*

**IZNIMNA**

- Opisuje važnost ultrazvuka za život životinja.

*Opisuje nastanak i širenje plimnog vala i tsunamija te valova potresa. Opisuje razinu zvuka.*

ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI

## OŠ FIZ C.8.8.

Analizira rasprostiranje i odbijanje svjetlosti te nastanak slike u zrcalu.

## RAZRADA ISHODA

- Analizira rasprostiranje svjetlosti.
- Objašnjava odbijanje svjetlosti na uglačanim i hrapavim plohama.
- Analizira nastanak slike u ravnom i sfernom zrcalu.

**Ključni pojmovi:**

svjetlosni izvori, svjetlosna zraka, brzina svjetlosti, zakon odbijanja svjetlosti, difuzna svjetlost, žarište, stvarna i prividna slika

## RAZINE USVOJENOSTI

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Navodi izvore svjetlosti. Opisuje na primjerima zakone rasprostiranja i odbijanja svjetlosti. Objašnjava nastanak sjene i polusjene. Opisuje sliku u ravnome zrcalu.

**DOBRA**

- Objašnjava odbijanje svjetlosti na uglačanim i hrapavim plohama. Konstruira sliku u ravnom zrcalu. Opisuje sliku u sfernom zrcalu. Opisuje primjene ravnog zrcala.

**VRLO DOBRA**

- Konstruira i opisuje slike u sfernim zrcalima. Opisuje nastanak stvarne i prividne slike. Objašnjava pomrčinu Sunca i Mjeseca. Opisuje primjenu sfernih zrcala.

**IZNIMNA**

- Konstruira sjenu i polusjenu.

*Opisuje lasersku svjetlost i primjene.*

## ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### OŠ FIZ C.8.9.

Analizira lom i odbijanje svjetlosti na granici dvaju optičkih sredstava.

## RAZRADA ISHODA

- Objašnjava lom svjetlosti.
- Analizira sliku predmeta koju stvara leća.
- Objašnjava razlaganje svjetlosti na boje.
- *Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.*

#### Ključni pojmovi:

optička prizma, sabirna i rastresna leća, *potpuno odbijanje*

## RAZINE USVOJENOSTI

### ZADOVOLJAVAJUĆA

- Opisuje primjere loma svjetlosti na granici različitih prozirnih tvari. Razlikuje sabirne i rastresne leće. Crta prolazak paralelnih svjetlosnih zraka kroz leću. Opisuje primjene leća.

### DOBRA

- Opisuje razlaganje bijele svjetlosti na boje. Crta karakteristične zrake svjetlosti za različite vrste leća. Objašnjava prividnu dubinu mora i opasnost od pogrešne procjene dubine.

### VRLO DOBRA

- Opisuje nastanak duge. Konstruira sliku predmeta koju stvara leća te opisuje njezinu narav. Objašnjava primjene leća. *Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.*

### IZNIMNA

- Objašnjava korekciju vida lećama. Objašnjava zašto tijela imaju različite boje. *Opisuje primjene potpunog odbijanja svjetlosti poput svjetlovoda.*

## ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

### OŠ FIZ ABCD.8.10.

Istražuje fizičke pojave:

- izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja
- sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).

#### Napomena:

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.

## RAZRADA ISHODA

- Istražuje pojavu u prirodi.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

#### Prijedlog učeničkih

#### eksperimentalnih istraživanja:

1. Istražuje razdvajanje naboja trljanjem.
2. Istražuje vodiče i izolatore.
3. Istražuje koncentracijske ovisnosti otpora otopine soli.
4. Istražuje galvanizaciju.
5. Istražuje magnetizam tvari.
6. Istražuje elektromagnetsku indukciju.
7. Istražuje električnu struju i napon u strujnom krugu.
8. Istražuje električni napon spojenih baterijskih članaka.
9. Mjeri ovisnost magnetske sile zavojnice o električnoj struji.
10. Mjeri snagu trošila u električnom strujnom krugu.
11. Mjeri snagu električnog grijača.
12. Mjeri ovisnost snage solarne ćelije o upadnom kutu svjetlosti.
13. Mjeri period titranja (opruga, njihalo, bilo).

## RAZINE USVOJENOSTI

### ZADOVOLJAVAJUĆA

- Slijedi upute, postavlja pitanja i predviđa rezultate istraživanja. Opisuje i skicira pokus. Navodi pribor i mjerne uređaje. Pridržava se pravila sigurnosti. Izvodi mjerenja uz pomoć. Bilježi opažanja samostalno. Navodi rezultate mjerenja s mjernim jedinicama. Koristi predmetke i njihove znakove za označavanje određenih decimalnih višekratnika i nižekratnika. Pretvara mjerne jedinice. Oblikuje zaključke. Prepoznaje pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

### DOBRA

- Objašnjava svrhu eksperimenta. Objašnjava varijable. Prepoznaje fizičke veličine koje je potrebno održavati stalnima, a koje mijenjati. Objašnjava svoje pretpostavke. Izvodi pokus prema uputama. Mjerne podatke prikazuje tablično. Računa srednju vrijednost fizičke veličine. Pravilno zaokružuje izmjerene vrijednosti. Prepoznaje grube pogreške mjerenja. Interpretira rezultate mjerenja. Prepoznaje funkcionalnu ovisnost varijabla. Opisuje pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

### VRLO DOBRA

- Postavlja hipotezu. Raspravlja o važnosti kontrole varijabla. Organizira i prikazuje podatke pomoću tablica i grafova. Provođi jednostavan račun pogreške. Interpretira značenje zapisa mjerene veličine s pogreškom. Uspoređuje rezultate eksperimenta s teorijom. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Razmatra pogreške mjerenja. Objašnjava zaključke. Objašnjava pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

### IZNIMNA

- Postavlja istraživačka pitanja i predviđa kako promjena varijabla utječe na rezultat. Koristi opremu na siguran način, a da ima što bolju točnost mjerenja. Analizira pravilnosti u podacima i koristi ih za dokaze i objašnjenja. Svoje tvrdnje temelji na rezultatima mjerenja i opažanja. Razmatra objektivnost metode i načine poboljšanja. Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju. Predstavlja svoje ideje, metode i otkrića pomoću jednostavnog izvješća. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu te je na tom primjeru obrazlaže.

14. Istražuje gibanja.
15. Mjeri ubrzanje slobodnog pada.
16. Mjeri ovisnost ubrzanja o masi i sili.
17. Mjeri brzinu zvuka.
18. Istražuje sjenu i polusjenu.
19. Mjeri žarišnu daljinu udubljenog zrcala.
20. Mjeri ovisnost kuta odbijanja i kuta loma svjetlosti o upadnom kutu.
21. Mjeri žarišnu daljinu sabirne leće.

#### Prijedlozi učeničkih projekata:

1. Izrađuje elektromotor.
2. Izrađuje elektroskop.
3. Izrađuje bateriju.
4. Izrađuje elektromagnet.
5. Izrađuje kompas.
6. Izrađuje val u boci.
7. Izrađuje periskop.
8. Izrađuje kaleidoskop.
9. Izrađuje teleskop.
10. Izrađuje solarnu pećnicu.
11. Izrađuje fotonaponsku elektranu.

#### Ključni pojmovi:

hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, pogreška mjerenja, kontrola varijabla, zaključak

ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p style="text-align: center;"><b>OŠ FIZ ABCD.8.11.</b></p> <p>Rješava fizičke probleme.</p> <p><b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vizualizira situaciju u problemu.</li> <li>• Identificira ciljeve rješavanja problema.</li> <li>• Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela.</li> <li>• Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.</li> <li>• Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.</li> <li>• Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.</li> <li>• Vrednuje postupak i rješenje.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretira fizičku situaciju zadanu tekstualno. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Opisuje veze među fizičkim veličinama i mjernim jedinicama. Navodi poznate primjere. Kvalitativno zaključuje primjenjujući osnovne koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini. Očitava vrijednosti veličina iz grafičkog prikaza.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje matematički model (vezu među veličinama iskazuje formulom). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini usvojenosti ishoda.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.</li> </ul>

---

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

Zadatke srednje složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.

---

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.*

Mjerenje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.

Određivanje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjere.

Domene: **A – Struktura tvari**, **B – Međudjelovanje**, **C – Gibanje**, **D – Energija**

---



## 1. RAZRED

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ C.1.1.</b></p> <p>Analizira pravocrtna gibanja.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje.</li> <li>Opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> položaj, put, pomak, vremenski interval, referentni sustav, brzina, akceleracija</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje referentni sustav. Tumači osnovne kinematičke pojmove. Razlikuje srednju i trenutnu brzinu. Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje bez početne brzine.</li> </ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano i jednoliko usporeno gibanje s početnom brzinom. Interpretira značenje nagiba kinematičkih grafova. Interpretira značenje površine ispod v-t grafa. Analizira jednoliko pravocrtno gibanje na temelju zapisa gibanja.</li> </ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira jednoliko ubrzano gibanje na temelju zapisa gibanja. Opisuje značenje pojma fizičkog modela na primjerima iz kinematike. <i>Interpretira značenje površine ispod a-t grafa.</i></li> </ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Na temelju jednoga grafa koji opisuje gibanje i početnih uvjeta crta ostale grafove. Analizira primjene kinematičkih koncepata (npr. sport, promet).</li> </ul>
<p><b>SŠ FIZ B.1.2.</b></p> <p>Primjenjuje I. Newtonov zakon.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje međudjelovanja tijela i vrste sila.</li> <li>Primjenjuje I. Newtonov zakon.</li> <li>Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> sila, masa, tromost, inercijski sustav, relativnost gibanja</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje primjere međudjelovanja tijela. Razlikuje kontaktne sile i sile koje djeluju na daljinu. Povezuje i primjenjuje pojmove tromosti i mase tijela. Tumači značenje I. Newtonova zakona.</li> </ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumači značenje pojma inercijskog sustava. Navodi primjere realnih gibanja koja se mogu modelirati kao jednolika pravocrtna gibanja i povezuje ih s I. Newtonovim zakonom.</li> </ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira primjere iz mehanike koristeći se I. Newtonovim zakonom. Tumači Galileijev misaoni pokus koji je doveo do principa inercije.</li> </ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja. <i>Vrednuje Galileijev doprinos razvoju znanosti.</i></li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ BC.1.3.</b></p> <p>Primjenjuje II. Newtonov zakon.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Istražuje ovisnost ubrzanja o sili i masi.</li> <li>Određuje iznos sile teže i opisuje slobodni pad.</li> <li>Određuje iznose elastične sile, reakcije podloge, sile trenja i napetost niti.</li> <li><i>Istražuje i opisuje horizontalni hitac.</i></li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> trenje, konstanta elastičnosti, reakcija podloge, napetost niti, dijagram sila, rezultantna sila, <i>domet hitca</i></p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje sile kao vektorske veličine, zbraja ih i rastavlja na komponente te određuje rezultantu. Tumači II. Newtonov zakon. Opisuje slobodni pad. Opisuje elastičnu silu. Opisuje silu trenja. Opisuje sile napetosti niti i reakcije podloge. Primjenjuje pojmove sile teže, elastične sile, sile trenja, napetosti niti i reakcije podloge u primjerima.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prepoznaje istodobno djelovanje više sila na tijelo i prikazuje ih dijagramom sila. Određuje iznos rezultante više sila na pravcu. Grafički prikazuje i tumači ovisnost <math>a(F)</math> i <math>a(l/m)</math>. Tumači statičko i dinamičko trenje. Matematički prikazuje i tumači silu trenja. Matematički i grafički prikazuje elastičnu silu.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira primjere povezane s primjenom II. Newtonova zakona. Određuje iznos rezultante više sila koje djeluju pod pravim kutom. <i>Opisuje horizontalni hitac.</i></li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vrednuje Newtonov doprinos razvoju znanosti i društva. <i>Analizira horizontalni hitac.</i></li> </ul>
<p><b>SŠ FIZ BC.1.4.</b></p> <p>Primjenjuje III. Newtonov zakon i zakon očuvanja količine gibanja.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primjenjuje III. Newtonov zakon.</li> <li>Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja.</li> <li>Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> protusila, količina gibanja, impuls sile, elastični i neelastični sudar, zatvoreni sustav</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumači III. Newtonov zakon. Objašnjava pojmove količine gibanja i impulsa sile. Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja. Tumači pojam zatvorenog fizičkog sustava. Tumači zakon očuvanja količine gibanja. Opisuje elastični i neelastični sudar i navodi primjere.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Određuje u primjerima odgovarajuće parove sila prema III. Newtonovu zakonu. Na primjerima povezuje impuls sile i promjenu količine gibanja tijela.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumači primjere gibanja s pomoću III. Newtonova zakona (npr. hodanje, paradoks konja i kola). Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja na primjerima.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira primjenu III. Newtonova zakona na primjerima. Povezuje zakon očuvanja količine gibanja i III. Newtonov zakon.</li> </ul>

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**SŠ FIZ D.1.5.**

Primjenjuje zakon očuvanja energije.

**RAZRADA ISHODA**

- Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju.
- Tumači i primjenjuje pojmove rada, snage i korisnosti.
- Primjenjuje zakon očuvanja energije.

**Ključni pojmovi:**  
energija, unutrašnja energija, rad, snaga, korisnost

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje primjere pretvorba energije. Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju. Objasnjava pojam rada i matematički ga opisuje. Povezuje rad obavljen na tijelu s promjenom energije tijela. Tumači zakon očuvanja energije. Primjenjuje koncepte rada i snage na primjerima.

**DOBRA**

- Opisuje primjere zakona očuvanja energije. Razlikuje pozitivan i negativan rad i navodi primjere. Razlikuje fizički koncept rada od pojma rada iz svakodnevnog života i navodi primjere. Opisuje unutarnju energiju. Tumači i primjenjuje pojam korisnosti rada i energije.

**VRLO DOBRA**

- Analizira primjere koji uključuju primjenu zakona očuvanja energije u situacijama bez trenja. Vrednuje važnost energije za suvremeno društvo. Raspravlja o ekološkim pitanjima pretvorbe energije te korisnosti uređaja. Tumači grafički prikaz rada u  $F$ -s dijagramu.

**IZNIMNA**

- Analizira primjere koji uključuju primjenu zakona očuvanja energije u situacijama s trenjem. Kritički interpretira znanstvene informacije o pitanjima energetike.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**SŠ FIZ BC.1.6.**

Analizira kružno gibanje.

**RAZRADA ISHODA**

- Analizira kružno gibanje kao jednoliko ubrzano gibanje.
- Objasnjava i primjenjuje pojam centripetalne sile i centripetalne akceleracije.
- Primjenjuje Newtonove zakone na primjeru kružnoga gibanja.

**Ključni pojmovi:**  
jednoliko kružno gibanje, obodna brzina, kutna brzina, centripetalna sila, centripetalna akceleracija

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje primjere jednolikoga kružnoga gibanja. Tumači značenje osnovnih pojmova kružnog gibanja (period, frekvencija, kutna brzina, obodna brzina). Crta vektore brzine, akceleracije i ukupne sile u proizvoljnoj točki kružne putanje. Primjenjuje pojam centripetalne akceleracije u primjerima.

**DOBRA**

- Objasnjava uzrok centripetalne akceleracije. Objasnjava pojam centripetalne sile. Prepoznaje u primjerima kružnoga gibanja sile koje imaju ulogu centripetalne sile.

**VRLO DOBRA**

- Razmjerno zaključuje o odnosima veličina koje opisuju kružno gibanje. Crta dijagram sila za tijela koja jednoliko kruže u jednostavnim primjerima. Primjenjuje II. Newtonov zakon na primjere jednolikoga kružnoga gibanja.

**IZNIMNA**

- Analizira primjere povezane s kružnim gibanjem.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

## SŠ FIZ BC.1.7.

Opisuje zakon gravitacije i analizira gibanje Zemlje i nebeskih tijela.

**RAZRADA ISHODA**

- Tumači povijesni razvoj ideja o gibanju Zemlje i nebeskih tijela.
- Opisuje tijela u svemiru (zvijezde, planete, galaksije, jata galaksija) i njihova gibanja.
- *Primjenjuje Newtonov zakon gravitacije*  
*Analizira gibanja satelita.*

**Ključni pojmovi:**

gravitacijska sila, satelit, planet, zvijezda, galaksija, crna rupa, orbita, bestežinsko stanje, prva kozmička brzina, svemir

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje i skicira putanje planeta oko Sunca. Opisuje Newtonov zakon gravitacije. Opisuje osnovna svojstva i gibanja tijela u svemiru (zvijezda, planeta, galaksija i jata galaksija).

**DOBRA**

- Kvalitativno zaključuje o gibanju tijela na temelju Newtonova zakona gravitacije. Tumači gibanje satelita. *Tumači Keplerove zakone. Tumači izraz za prvu kozmičku brzinu. Analizira gibanje satelita. Opisuje nastanak i svojstva crne rupe.*

**VRLO DOBRA**

- Vrednuje utjecaj Newtonova zakona gravitacije na razvoj znanosti i društva. *Analizira primjere koji uključuju primjenu Newtonova zakona gravitacije. Tumači drugu kozmičku brzinu.*

**IZNIMNA**

- Tumači povijesni razvoj ideja o gibanju Zemlje i nebeskih tijela te promjenljivost znanstvenih ideja. Tumači bestežinsko stanje.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

## SŠ FIZ ABCD.1.8.

Rješava fizičke probleme.

**Napomena:**

Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira situaciju u problemu.
- Identificira ciljeve rješavanja problema.
- Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela.
- Konstruira plan rješavanja problema.
- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Vrednuje realne fizikalne situacije.
- Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rješenje.

**Ključni pojmovi:**

fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Interpretira fizičku situaciju zadanu tekstualno. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje fizički model koji opisuje zadanu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.

**DOBRA**

- Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.

**VRLO DOBRA**

- Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku općeg rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.

**IZNIMNA**

- Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.

SŠ FIZ  
ABCD.1.9

Istražuje fizičke pojave:

- a)** izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja
- b)** sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c)** izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt otvorenog tipa (izborni).

**Napomena:**

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

**Predloženi pokusi:**

1. Istražuje nejednoliko gibanje (uvođenje trenutačne brzine).
2. Istražuje gibanja pod djelovanjem stalne sile s pomoću dinamometra, kolica i tipkala.
3. Mjeri vrijeme reakcije.
4. Istražuje elastičnu silu i mjeri konstantu opruge.
5. Istražuje silu trenja.
6. Primjenjuje zakon očuvanja energije.
7. Primjenjuje zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja s dvjema lopticama, ravnalom i plastičnom cijevi.
8. Istražuje gibanja planeta s pomoću računalne simulacije.
9. Istražuje gibanja s pomoću detektora gibanja ili simulacije.

**Cljučni pojmovi:**

hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabla, zaključak

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Postavlja relevantna pitanja i navodi pretpostavke. Opisuje pokus. Opisuje sigurnosne mjere. Navodi pribor i mjerne uređaje. Izvodi mjerenja uz pomoć. Bilježi opažanja. Definira osnovne SI jedinice. Koristi Međunarodni (SI) sustav mjernih jedinica. Razlikuje osnovne i izvedene mjerne jedinice. Navodi rezultate mjerenja s mjernim jedinicama. Mjerne podatke prikazuje tablično. Prepoznaje grube pogreške mjerenja. Interpretira značenje zapisa mjerene veličine s pogreškom. Pravilno zaokružuje izmjerene vrijednosti. Formulira zaključak. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**DOBRA**

- Objasnjava svrhu eksperimenta. Objasnjava teorijsku podlogu. Skicira pokus. Samostalno sastavlja opremu. Prepoznaje varijable. Prepoznaje varijable koje je potrebno održavati stalnima. Objasnjava svoje pretpostavke. Izvodi pokus prema uputama. Mjerne podatke prikazuje grafički. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Kvalitativno interpretira rezultate mjerenja. Objasnjava zaključke. Sastavlja jednostavno izvješće. Objasnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**VRLO DOBRA**

- Postavlja hipotezu. Samostalno izvodi eksperiment. Raspravlja o problemima u izvedbi pokusa. Raspravlja o važnosti kontrole varijabla. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja o doprinosima pogreška u mjerenju. Računa i tumači relativnu pogrešku. Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom. Oslanja se na podatke iz istraživanja da bi podupro svoje zaključke.

**IZNIMNA**

- Navodi dodatna pitanja vezana uz eksperiment, a koja je moguće znanstveno istražiti. Planira uporabu objektivne eksperimentalne metode. Samostalno odabire pribor i postavlja eksperiment. Utvrđuje koje varijable treba mijenjati i mjeriti. Objasnjava sigurnosne mjere. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta. Predlaže poboljšanja u postupku mjerenja. Opisuje trendove podataka i koristi ih kod zaključivanja. Uspoređuje rezultate mjerenja s modelom. Povezuje podatke iz različitih izvora. Predstavlja svoje ideje, metode i otkrića koristeći znanstveni jezik i odgovarajuće prikaze. Prezentira rezultate koristeći se IKT-om. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje. U prvom razredu preporučuje se složene zadatke primjenjivati samo u ishodima 3 i 5.

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.*

Mjerenje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.

Određivanje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjeri.

Domene: **A** – Struktura tvari, **B** – Međudjelovanje, **C** – Gibanje, **D** – Energija

## 2. RAZRED

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>SŠ FIZ AB.2.1.</b> Primjenjuje zakone statike fluida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava sile u fluidima, pritisak i tlak.</li> <li>Objašnjava načelo hidrauličkog tijeska.</li> <li>Objašnjava nastanak hidrostatskog i atmosferskog tlaka.</li> <li>Objašnjava ravnotežu tijela uronjenog u fluid.</li> <li>Primjenjuje silu uzgona.</li> <li>Primjenjuje zakone statike fluida na primjerima.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fluid, hidrostatski tlak, atmosferski tlak, hidraulički tlak, Pascalov zakon, vakuum, uzgon</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumači koncept tlaka. Povezuje silu uzgona s Arhimedovim zakonom. Objašnjava podrijetlo hidrostatskog, atmosferskog, hidrauličkog tlaka.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava načelo rada hidrauličkog uređaja. Objašnjava utjecaj hidrostatskog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo. Crta dijagram sila na tijelo uronjeno u fluid. Objašnjava uvjete lebdenja, plutanja i tonjenja tijela u fluidu te opisuje odgovarajuće pojave u prirodi.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava Pascalov zakon. Tumači Toricellijev pokus. Primjenjuje koncept uzgona. Primjenjuje zakone statike fluida za objašnjenje opasnosti (npr. tijekom ronjenja, boravka u svemiru, visokogorskog planinarenja).</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Objašnjava kontekst povijesnog pokusa s magdeburškim polukuglama.</i> Objašnjava podrijetlo uzgona. Objašnjava primjene statike fluida.</li> </ul>
<b>SŠ FIZ AC.2.2.</b> Primjenjuje model čestične građe tvari.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava strukturu tvari.</li> <li>Objašnjava Brownovo gibanje i difuziju.</li> <li>Objašnjava četiri agregacijska stanja tvari i međumolekulske djelovanje.</li> <li>Objašnjava toplinsko širenje tijela i primjene.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> molekula, atom, difuzija, međumolekulske djelovanje, titranje molekula, linearni koeficijent širenja</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumači agregacijska stanja s pomoću gibanja čestica i međumolekulske sile. Crta modele agregacijskih stanja. Objašnjava primjere koji demonstriraju čestičnu strukturu tvari. Objašnjava primjenu volumnog širenja tijela pri mjerenju temperature.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumači Brownovo gibanje. Objašnjava toplinsko širenje tvari s pomoću čestično-kinetičkog modela. Povezuje koeficijente linearnog i volumnog širenja tijela.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava difuziju Brownovim gibanjem molekula. Opisuje anomaliju vode i važnost te pojave za žive sustave. Opisuje plazmu i navodi primjere.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava ovisnost međumolekulske sile o udaljenosti molekula i njezin utjecaj na građu i svojstva tvari. Objašnjava primjene toplinskog širenja tvari. <i>Objašnjava Boškovićev model tvari.</i></li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ AD.2.3.</b></p> <p>Analizira i primjenjuje plinske zakone i molekulsko-kinetički model plina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira izohornu, izobarnu i izotermnu promjena stanja plina.</li> <li>Primjenjuje molekulsko- kinetičku teoriju plinova i model idealnog plina.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> izohora, izoterma, izobara, termodinamička temperatura, jednadžba stanja plina, množina tvari</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje termodinamičke veličine. Opisuje plinske zakone. Opisuje model idealnog plina i tumači nastanak tlaka.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Matematički i grafički opisuje promjene stanja plina. Tumači jednadžbu stanja plina. Objašnjava apsolutnu nulu temperature s pomoću p-t ili V-t grafičkog prikaza. Tumači značenje temperature s pomoću molekulsko-kinetičke teorije.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira plinske zakone s pomoću grafičkih prikaza. Matematički opisuje i primjenjuje vezu između srednje kinetičke energije i temperature.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava ponašanje realnih plinova. Raspravlja o ograničenjima modela idealnog plina. <i>Objašnjava svojstva plazme.</i></li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ D.2.4.</b></p> <p>Analizira termodinamičke procese i sustave.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira termodinamičke sustave i procese.</li> <li>Objašnjava promjenu unutarnje energije toplinom i radom.</li> <li>Primjenjuje I. i II. zakon termodinamike.</li> <li>Objašnjava rad toplinskih strojeva i analizira njegovu korisnost.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> termodinamička ravnoteža, unutarnja energija, toplina, vođenje, strujanje i zračenje, specifični toplinski kapacitet, rad plina, kružni proces, adijabatski procesi, perpetuum mobile, <i>entropija</i></p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prepoznaje termodinamičke sustave i procese u primjerima iz života. Tumači unutarnju energiju tijela s pomoću molekulsko-kinetičke teorije. Objašnjava koncept topline. Tumači oblike prijelaza topline (strujanje, vođenje i zračenje) na primjerima. Objašnjava specifični toplinski kapacitet.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Povezuje toplinu i rad s promjenom unutarnje energije na primjerima. Prikazuje grafički ovisnost termodinamičkih veličina u kružnom procesu. Primjenjuje Richmannovo pravilo. Objašnjava latentnu toplinu taljenja i isparavanja. Objašnjava graf ovisnosti temperature tijela o dovedenoj toplini za promjene stanja od krutog do plinovitog.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava rad plina kod izobarne promjene stanja. Analizira rad u p-V dijagramu. Primjenjuje I. zakon termodinamike. Objašnjava kružni proces i načelo rada toplinskog stroja. Objašnjava ulogu toplinskih strojeva u razvoju civilizacije. Vrednuje ekološki prihvatljiva rješenja korištenja energije.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Na primjerima raspravlja o nemogućnosti izrade perpetuum mobile prve i druge vrste. Raspravlja o negativnim učincima degradacije energije i ograničenosti neobnovljivih izvora energije. <i>Opisuje pojam entropije.</i></li> </ul>

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**RAZRADA ISHODA**

**RAZINE USVOJENOSTI**

**SŠ FIZ AB.2.5.**

Objašnjava elektrostatičke pojave, primjenjuje koncepte i zakone elektrostatike.

- Objašnjava elektriziranje tijela.
- Primjenjuje Coulombov zakon.
- Primjenjuje zakon očuvanja naboja.

**Ključni pojmovi:**  
električni naboj, osnovni naboj, elektroskop, kulon

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Tumači pojmove: osnovni naboj, električki neutralno tijelo, električki nabijeno tijelo. Primjenjuje zakon očuvanja naboja na primjerima. Opisuje pojave influencije i polarizacije. Tumači Coulombov zakon.

**DOBRA**

- Uspoređuje električki nabijena i neutralna tijela. Crta shematske prikaze raspodjele naboja i međudjelovanja na primjerima. Objašnjava prirodne pojave statičkog elektriciteta: munje, elektriziranje kose ili odjeće.

**VRLO DOBRA**

- Uspoređuje djelovanje gravitacijske i električne sile na primjeru nabijenih čestica. Primjenjuje Coulombov zakon na primjerima.

**IZNIMNA**

- Objašnjava pojave influencije i polarizacije. Opisuje mogućnost detekcije atoma s pomoću međuatomske sile (AFM).

*Samostalno istražuje povijest elektrostatike i njenu primjenu.*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**RAZRADA ISHODA**

**RAZINE USVOJENOSTI**

**SŠ FIZ BD.2.6.**

Opisuje električno polje.

- Opisuje električno polje.
- Objašnjava električnu potencijalnu energiju i primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju.
- Primjenjuje koncept električnog napona i potencijala.
- Analizira gibanje naboja u električnom polju.
- Objašnjava pojam električnog kapaciteta i opisuje kondenzator.

**Ključni pojmovi:**  
električne silnice, elektronvolt, kondenzator, kapacitet kondenzatora

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje električno polje i crta silnice polja točkastog naboja, nabijene kugle i paralelnih ploča. Određuje vektor električnog polja i sile na zadani naboj u proizvoljnoj točki polja. Objašnjava pojam električnog napona.

**DOBRA**

- Opisuje promjenu potencijalne energije pri pomicanju naboja u električnom polju. Objašnjava elektronvolt kao mjernu jedinicu. Opisuje kondenzator i objašnjava pojam električnog kapaciteta energije.

**VRLO DOBRA**

- Objašnjava električno polje pri površini Zemlje. Primjenjuje superpoziciju električnih polja. Primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju. Tumači izraz za kapacitet pločastoga kondenzatora.

**IZNIMNA**

- Analizira gibanje naboja u električnom polju.

*Objašnjava koncept električnog potencijala. Opisuje elektricitet živih bića.*



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**SŠ FIZ CD.2.7.**

Primjenjuje zakone elektrodinamike u električnom strujnom krugu.

**RAZRADA ISHODA**

- Objašnjava model vođenja električne struje.
- Tumači Ohmov zakon za vodič i za cijeli električni strujni krug.
- Objašnjava rad i snagu u električnom strujnom krugu.
- Analizira električni strujni krug.
- Objašnjava opasnosti od električne struje.
- Objašnjava zaštitu od strujnog udara.

**Ključni pojmovi:**

slobodni elektroni, pokretljivi ioni, električna struja, električni otpor, otpornost, elektromotorni napon, unutarnji otpor izvora

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje električnu struju i otpor u metalima i elektrolitima. Objašnjava električnu struju i njezin smjer. Opisuje Ohmov zakon. Shematski prikazuje jednostavne električne strujne krugove. Objašnjava način spajanja ampermetra i voltmetra te važnost odabira mjernog područja. Objašnjava opasnosti, te sigurnosne mjere pri rukovanju električnim uređajima.

**DOBRA**

- Objašnjava električni otpor. Tumači izraz za električni otpor vodiča. Objašnjava otpornost kao svojstvo materijala. Primjenjuje Ohmov zakon na paralelni i serijski spoj otpornika u električnom strujnom krugu. Objašnjava pretvorbe energije u vodiču pri prolasku električne struje. Uspoređuje tipične snage električnih uređaja u svakodnevnoj upotrebi. Objašnjava načelo rada električnog osigurača.

**VRLO DOBRA**

- Analizira električne strujne krugove s jednim izvorom. Objašnjava nastanak električnog napona u baterijama.

**IZNIMNA**

- Objašnjava utjecaj temperature na otpornost vodiča. Kvalitativno opisuje osnovna svojstva supravodiča i njihovu primjenu.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**SŠ FIZ  
ABCD.2.8.**

Rješava fizičke probleme.

**Napomena:**

Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira situaciju u problemu. Identificira ciljeve rješavanja problema.
- Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela.
- Konstruira plan rješavanja problema.
- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Vrednuje realne fizikalne situacije.
- Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rješenje.

**Ključni pojmovi:**

fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Interpretira fizičku situaciju zadanu tekstualno. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje fizički model koji opisuje zadanu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.

**DOBRA**

- Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.

**VRLO DOBRA**

- Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku općeg rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.

**IZNIMNA**

- Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.

## OŠ FIZ ABCD.2.9

Istražuje fizičke pojave:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja
- b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).

**Napomena:**

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.

### RAZRADA ISHODA

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

**Prijedlog učeničkih eksperimentalnih istraživanja:**

1. Mjeri gustoću tijela/tekućine s pomoću uzgona.
2. Mjeri silu uzgona.
3. Istražuje Pascalov zakon i njegovu primjenu.
4. Istražuje ovisnosti tlaka plina o obujmu uz konstantnu temperaturu.
5. Istražuje promjene unutarnje energije tijela prijelazom topline.
6. Istražuje promjene unutarnje energije tijela radom.
7. Istražuje ovisnosti otpora o vrsti materijala, površini poprečnog presjeka i duljini vodiča.
8. Mjeri strujno-naponska svojstva žaruljice i otpornika.
9. Mjeri ovisnosti Jouleove topline o električnoj struji.
10. Mjeri unutarnji otpor izvora električne struje.
11. Istražuje fizičke veličine koje utječu na električnu vodljivost slane vode.

**Ključni pojmovi:**

hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabla, zaključak

### RAZINE USVOJENOSTI

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Objašnjava svrhu eksperimenta i navodi pretpostavke. Opisuje i skicira pokus. Objašnjava sigurnosne mjere. Opisuje pribor i mjerne uređaje. Opisuje varijable. Izvodi pokus prema uputi. Bilježi opažanja. Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički. Kvalitativno interpretira rezultate mjerenja. Navodi moguće grube pogreške mjerenja. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Formulira zaključak. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**DOBRA**

- Postavlja hipotezu. Objašnjava svoje pretpostavke. Opisuje varijable koje je potrebno održavati stalnima, a koje mijenjati. Izvodi mjerenja prema uputama. Prepoznaje grube pogreške mjerenja. Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju. Računa i tumači relativnu pogrešku. Interpretira rezultate mjerenja. Oslanja se na dokaze da bi podupro svoje zaključke. Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje. Sastavlja izvješće. Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**VRLO DOBRA**

- Objašnjava uporabu objektivne eksperimentalne metode. Samostalno izvodi eksperiment. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta i pogrešku mjerenja. Objašnjava teorijsku podlogu. Analizira te prikazuje pravilnosti i trendove podataka i koristi ih za donošenje zaključaka. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**IZNIMNA**

- Postavlja istraživačka pitanja za probleme koje je moguće znanstveno istražiti. Koristi se dodatnom literaturom. Odabire opremu koja poboljšava objektivnost i točnost mjerenja. Razmatra sigurnost i etičnost odabrane eksperimentalne metode. Identificira varijable koje je potrebno kontrolirati, mijenjati i mjeriti. Predlaže poboljšanja u metodi mjerenja i mjernim instrumentima. Predlaže poboljšanja u postupku mjerenja. Računa pogreške mjerenja izvedenih veličina. Koristi odgovarajući jezik i prikaze za predstavljanje znanstvenih ideja, metoda i rezultata.

---

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

U drugom razredu preporučuje se zadatke veće složenosti primjenjivati samo u ishodima 1 i 7.

---

**NAPOMENE:**

Navedeni redosljed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.*

Mjerenje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.

Određivanje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjere.

Domene: A – Struktura tvari, B – Međudjelovanje, C – Gibanje, D – Energija

---

## Srednja škola

### ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE – model 4x2 (4x70 sati)

Na kraju 3. razreda učenik:

## 3. RAZRED

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>SŠ FIZ AB.3.1.</b> Opisuje svojstva magneta i analizira vezu između električne struje i magnetizma.	<ul style="list-style-type: none"><li>Opisuje svojstva magneta i magnetsko polje.</li><li>Povezuje nastanak magnetskog polja s gibanjem naboja.</li><li>Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete.</li></ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> magnetske domene, magnetsko polje, linije magnetskog polja, elektromagnet, tesla</p>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Opisuje magnetsko polje jednog i dvaju magneta te ga prikazuje linijama magnetskog polja. Opisuje Oerstedov pokus. Crta i matematički opisuje polje oko ravnog vodiča i polje unutar zavojnice. Opisuje primjere jakih i slabih magnetskih polja. Opisuje primjene elektromagneta.</li></ul> <b>DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Objašnjava Oerstedov pokus. Objasnjava nastajanje magnetskog polja petlje. Povezuje smjer električne struje i smjer magnetskog polja. Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete. Skicira vektor magnetskog polja u bilo kojoj točki prostora oko magneta.</li></ul> <b>VRLO DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Analizira čimbenike koji utječu na polje elektromagneta. Objasnjava razliku između homogenog i nehomogenog magnetskog polja. <i>Raspravlja o mogućem utjecaju magnetskog polja električnih uređaja na zdravlje ljudi (odašiljači, dalekovodi).</i></li></ul> <b>IZNIMNA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Primjenjuje superpoziciju magnetskih polja. Opisuje primjene magnetizma tvari u informatici i tehnologiji. <i>Koristi se konceptom magnetskih domena za tumačenje feromagnetskih svojstava. Opisuje pojavu paramagnetizma na primjerima. Objasnjava Zemljin magnetizam.</i></li></ul>
<b>SŠ FIZ B.3.2.</b> Analizira magnetsko međudjelovanje i objašnjava primjene.	<ul style="list-style-type: none"><li>Opisuje međudjelovanje magneta.</li><li>Povezuje Amperovu i Lorentzovu silu. Analizira gibanje naboja u magnetskom polju.</li><li>Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima teče električna struja.</li></ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> Amperova sila, Lorentzova sila</p>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Opisuje Lorentzovu silu i Amperovu silu na primjerima. Opisuje vezu između Amperove i Lorentzove sile.</li></ul> <b>DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Objašnjava putanju nabijene čestice u magnetskom polju. Objasnjava primjenu Amperove sile u uređajima (<i>poput DC motora, zvučnika, magnetskog diska,...</i>).</li></ul> <b>VRLO DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima teče električna struja (definira amper). <i>Objasnjava djelovanje Lorentzove sile u uređaju poput magnetrona ili ciklotrona.</i></li></ul> <b>IZNIMNA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Matematički povezuje Amperovu i Lorentzovu silu. <i>Povezuje zaštitu Zemlje od Sunčeva vjetra i polarnu svjetlost s Lorentzovom silom.</i></li></ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ BC.3.3.</b></p> <p>Analizira elektromagnetsku indukciju i primjene.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjenjuje Faradayev zakon.</li> <li>• Analizira primjene elektromagnetske indukcije.</li> <li>• Uspoređuje svojstva istosmjerne i izmjenične električne struje.</li> </ul> <p><b>Gljučni pojmovi:</b> elektromagnetska indukcija, magnetski tok, Lenzovo pravilo, generator, transformator, izmjenična električna struja, efektivna vrijednost</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje pojavu elektromagnetske indukcije. Grafički opisuje svojstva izmjenične električne struje. Opisuje transformator i njegovu primjenu. Opisuje doprinos Nikole Tesle razvoju tehnologije izmjenične električne struje.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje pojam magnetskog toka. Tumači Faradayev zakon. Opisuje načelo rada generatora. Tumači prednosti i nedostatke izmjenične i istosmjerne električne struje. Objašnjava efektivnu vrijednost izmjenične električne struje.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizira utjecaj relevantnih varijabla na inducirani napon. Objašnjava načelo rada transformatora. <i>Analizira pojavu elektromagnetske indukcije na primjerima (npr. pri komunikaciji i prijemu RTV programa, pri procesiranju zvučnih zapisa).</i></li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava pojavu inducirano napona između krajeva ravnog vodiča koji se giba u magnetskom polju. <i>Primjenjuje Lenzovo pravilo na primjerima.</i></li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ CD.3.4.</b></p> <p>Analizira harmonijsko titranje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje harmonijsko titranje.</li> <li>• Analizira titranje matematičkog njihala i tijela na opruzi.</li> <li>• Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator.</li> <li>• <i>Povezuje harmonijsko titranje i jednoliko gibanje po kružnici.</i></li> </ul> <p><b>Gljučni pojmovi:</b> period, frekvencija, elongacija, amplituda, kružna frekvencija, povratna sila, rezonancija, prisilno i prigušeno titranje</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje jednostavne harmonijske oscilatore. Povezuje period i frekvenciju titranja. Opisuje pretvorbe energije kod titranja matematičkog njihala i tijela na opruzi. Očitava period i amplitudu titranja iz grafičkog prikaza.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tumači matematički opis harmonijskog titranja. Razlikuje harmonijsko od ostalih vrsta titranja. Prepoznaje povratnu silu u različitim primjerima titranja. Raspravlja o vrijednostima brzine i sile pri titranju. Opisuje na primjerima prisilno i prigušeno titranje te pojavu rezonancije.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafički prikazuje ovisnost elongacije titranja o vremenu. Objašnjava povratnu silu matematičkog njihala. Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator. <i>Matematički povezuje titranje i kružno gibanje.</i></li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava i primjenjuje pojam kružne frekvencije. Grafički prikazuje ovisnost brzine i akceleracije titranja o vremenu. Analizira primjere harmonijskih oscilatora u tehnologiji.</li> </ul>

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

## SŠ FIZ CD.3.5.

Objašnjava nastanak vala i analizira valna svojstva.

**RAZRADA ISHODA**

- Objašnjava nastanak vala.
- Opisuje zakon odbijanja vala na čvrstom i slobodnom kraju.
- Opisuje lom vala.
- Objašnjava ogib i interferenciju.
- Primjenjuje Huygensov princip.

**Ključni pojmovi:**

valna duljina, brzina vala, longitudinalni i transverzalni val, valna fronta, ogib, interferencija

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje nastanak mehaničkog vala (longitudinalnog i transverzalnog). Povezuje putujući val i širenje energije. Prepoznaje odbijanje, lom, ogib i interferenciju valova na primjerima. Opisuje i skicira odbijanje i lom vala. Povezuje valnu duljinu s frekvencijom i brzinom vala.

**DOBRA**

- Objašnjava nastanak vala na primjerima iz prirode. Očitava period, amplitudu i valnu duljinu iz grafičkih prikaza vala. Opisuje ovisnost brzine vala o vrsti sredstva. Tumači lom vala na temelju promjene brzine.

**VRLO DOBRA**

- Tumači jednadžbu ravnog vala. Objašnjava razliku odbijanja na čvrstom kraju i na slobodnom kraju sredstva. Tumači uvjete konstruktivne i destruktivne interferencije. Matematički i crtežom opisuje interferenciju dvaju valova.

**IZNIMNA**

- Objašnjava ogib vala s pomoću Huygensova principa. Analizira čimbenike koji utječu na interferencijsku sliku.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

## SŠ FIZ CD.3.6.

Analizira valna svojstva zvuka.

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje nastanak zvučnog vala.
- Objašnjava nastanak stojnog vala.
- Skicira stojni val u glazbenim instrumentima.
- *Objašnjava Dopplerov učinak.*
- *Opisuje zvučno zagađenje.*

**Ključni pojmovi:**

stojni val, ultrazvuk, intenzitet zvuka, decibel

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje nastanak zvučnog vala. Navodi raspon čujnih frekvencija i definira ultrazvuk. Navodi primjere primjene ultrazvuka. *Opisuje primjere odbijanja, ogiba i interferencije zvuka. Opisuje pojavu rezonancije na primjeru gitare ili glazbene vilice. Opisuje Dopplerov učinak na primjerima.*

**DOBRA**

- Opisuje nastanak stojnog vala. Skicira modove stojnog vala na žici i u cijevi. Objašnjava pojavu rezonancije na primjerima različitih glazbenih instrumenata. *Objašnjava Dopplerov učinak crtanjem valnih fronta na primjerima relativnoga gibanja izvora zvuka u odnosu na opažača. Definira prag čujnosti, mjernu jedinicu decibel te navodi izvore zvučnog zagađenja.*

**VRLO DOBRA**

- Objašnjava osnovno načelo ultrazvučne dijagnostike. *Kvalitativno objašnjava ovisnost brzine širenja zvuka o sredstvu. Objašnjava interferenciju valova zvuka iz dvaju izvora. Nabraja primjene Dopplerova učinka (policijski radar, protok krvi, oslikavanje morskog dna). Uspoređuje razine različitih izvora zvuka iz svakodnevnog života.*

**IZNIMNA**

- Objašnjava uho kao prijamnik zvučnog vala. *Objašnjava načelo ugađanja žičanih instrumenata s pomoću rezonancije. Kvalitativno objašnjava probijanje zvučnog zida.*

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ D.3.7.</b></p> <p>Primjenjuje zakone geometrijske optike.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primjenjuje zakon odbijanja na ravna zrcala.</li> <li>Primjenjuje Snellov zakon.</li> <li>Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.</li> <li>Konstruira sliku predmeta koju stvara leća.</li> <li>Opisuje razlaganje svjetlosti.</li> <li>Opisuje nastanak slike kod optičkih instrumenata: mikroskop, teleskop, čovječje oko.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> indeks loma, potpuno odbijanje, granični kut, prizma, sabirne i rastresne leće, karakteristične zrake, realna i virtualna slika</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje zakone geometrijske optike. Crta i opisuje sliku predmeta nastalog odbijanjem kod ravnog zrcala. Crta i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti kod sabirne leće. Opisuje razliku između sabirne i rastresne leće.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Crtežom i matematičkim izrazom opisuje lom zrake svjetlosti na granici dvaju optički različitih sredstava. Povezuje brzinu širenja svjetlosti u tvari s indeksom loma. Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti te primjene (svjetlovod, optički kabel). Crta i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti kod divergentne leće. Kvalitativno opisuje principe rada i uporabu optičkih pomagala poput povećala i naočala.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kvalitativno opisuje oko kao optički uređaj i objašnjava dalekovidnost, kratkovidnost, jakost leće i dioptriju. Crtežom i matematičkim izrazom opisuje potpuno odbijanje svjetlosti na granici dvaju optički različitih sredstava. Kvalitativno opisuje razlaganje svjetlosti i nastanak duge.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava nastanak slike kod mikroskopa i teleskopa. Primjenjuje jednadžbu leće.</li> </ul>

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ ABCD.3.8.</b></p> <p>Rješava fizičke probleme.</p> <p><b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vizualizira situaciju u problemu.</li> <li>Identificira ciljeve rješavanja problema.</li> <li>Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela.</li> <li>Konstruira plan rješavanja problema.</li> <li>Idealizira, aproksimira i vrednuje realne fizikalne situacije.</li> <li>Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.</li> <li>Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.</li> <li>Vrednuje postupak i rješenje.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interpretira i primjenjuje tablične, slikovne, grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Opisuje zadanu situaciju fizičkim modelom. Primjenjuje odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eksplisitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Procjenjuje mogućnost primjene te traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Kvalitativno zaključuje povezujući veći broj koncepata i/ili zahtjevnije koncepte, vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kreativno rješava zadatak u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Povezuje veći broj zakonitosti, pravila i relacija. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina. Predlaže vlastite probleme.</li> </ul>

## SŠ FIZ ABCD.3.9.

Istražuje fizičke pojave:

- a)** izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja
- b)** sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c)** izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave učenički projekt ili istraživanje otvorenog tipa (izborno).

**Napomena:**

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

**Predloženi pokusi i istraživanja:**

1. Ispituje djelovanja permanentnog magneta na različite materijale.
2. Istražuje utjecaj broja namotaja zavojnice na jakost elektromagneta.
3. Istražuje ovisnost perioda titranja o duljini njihala.
4. Mjeri akceleraciju slobodnog pada s pomoću njihala.
5. Istražuje ovisnost perioda titranja opruge o masi utega.
6. Istražuje ogib i interferenciju valova na vodi.
7. Mjeri specifičnu masu niti s pomoću stojnog vala.
8. Istražuje uvjete nastanka stojnog vala zvuka u Kundtovoj cijevi.
9. Mjeri žarišnu daljinu sabirne leće.
10. Mjeri indeks loma stakla/plastike.

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Postavlja hipotezu. Objašnjava svoje pretpostavke. Opisuje i objašnjava pribor i mjerne uređaje. Skicira i objašnjava pokus. Izvodi pokus prema uputama. Kontrolira varijable tijekom eksperimenta. Mjeri potrebne fizičke veličine. Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički. Interpretira rezultate mjerenja. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje. Donosi zaključke. Sastavlja izvješće. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**DOBRA**

- Odabire pribor i postavlja eksperiment. Samostalno izvodi eksperiment. Objašnjava koje je varijable potrebno održavati stalnima a koje mijenjati. Objašnjava funkcionalnu ovisnost varijabla. Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta. Uočava funkcionalnu ovisnost varijabla. Objašnjava zaključke. Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**VRLO DOBRA**

- Razmatra etičnost i sigurnost eksperimenta. Objašnjava kako se modifikacijom metode može poboljšati kvaliteta mjernih podataka. Objašnjava teorijsku podlogu. Koristi se dodatnom literaturom. Raspravlja o važnosti kontrole varijabla. Provodi račun pogreške. Objašnjava doprinose pogreškama u mjerenju. Uspoređuje rezultate mjerenja s modelom. Vrednuje proceduru i rezultate mjerenja. Analizira odnose između varijabli. Analizira te prikazuje pravilnosti i trendove podataka i koristi ih za donošenje zaključaka. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.

**IZNIMNA**

- Predlaže način testiranja hipoteze. Oblikuje i provodi eksperiment. Dizajnira metode koje uključuju kontrolu i precizno mjerenje varijabli te sustavno prikupljanje podataka. Otkriva nedosljednosti u rezultatima. Analizira metodu i kvalitetu mjernih podataka. Prepoznaje i analizira alternativna objašnjenja i modele. Objašnjava aktivnosti za poboljšanje kvalitete dokaza. Koristi odgovarajući jezik i prikaze za izvještavanje i raspravu o svojim idejama i tvrdnjama. Prezentira rezultate s pomoću IKT-a. Razmjenjuje informacije. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

U trećem razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodima 3 i 4.

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.*

Mjerenje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.

Određivanje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjere.

Domene: **A – Struktura tvari, B – Međudjelovanje, C – Gibanje, D – Energija**



## 4. RAZRED

ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ D.4.1.</b></p> <p>Analizira valnu prirodu svjetlosti.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje svjetlost kao val.</li> <li>Analizira ogib i interferenciju svjetlosti.</li> <li>Opisuje raspršenje i polarizaciju svjetlosti.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> nekoherentna i koherentna svjetlost, fazni pomak, Youngov pokus, raspršenje svjetlosti, optička rešetka, <i>Brewsterov kut</i></p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje osnovne pojmove valne optike: lom, ogib, interferenciju i polarizaciju svjetlosti. Opisuje Youngov pokus. Objasnjava razliku između koherentne i nekoherentne svjetlosti.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objasnjava Youngov pokus. Opisuje pojavu polarizacije i interferencije svjetlosti u prirodi (<i>npr. sloj ulja na vodi, perje ptica, mjehur sapunice, polarizacijske naočale, dvolomac</i>) i primjene u tehnologiji. <i>Objasnjava nastanak duge i raspršenje svjetlosti u Zemljinoj atmosferi.</i></li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Matematički i grafički opisuje nastanak spektra na optičkoj rešetki. Raspravlja o primjenama polarizirane svjetlosti. <i>Kvalitativno i grafički opisuje potpunu polarizaciju svjetlosti (Brewsterov kut).</i></li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira utjecaj valne duljine na interferencijsku sliku u Youngovu pokusu i na rešetki. <i>Opisuje ogib rendgenskih zraka na kristalima i njegovu važnost u izučavanju strukture tvari. Opisuje načela holografije.</i></li> </ul>
<p><b>SŠ FIZ D.4.2.</b></p> <p>Objasnjava nastanak, svojstva i primjene elektromagnetskih valova.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira elektromagnetske valove.</li> <li>Opisuje izvore elektromagnetskog zračenja.</li> <li>Opisuje energijski spektar elektromagnetskog zračenja.</li> <li>Objasnjava vrste elektromagnetskog zračenja i primjene.</li> <li>Objasnjava utjecaj elektromagnetskog zračenja na Zemlju i živi svijet.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> elektromagnetski valovi, elektromagnetsko zračenje, elektromagnetski spektar</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje model elektromagnetskog vala. Uspoređuje brzinu širenja elektromagnetskog vala kroz različita sredstva. Navodi vrste valova u elektromagnetskom spektru. Navodi koje su vrste elektromagnetskih valova izrazito štetne za ljude.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objasnjava razliku između elektromagnetskog i mehaničkog vala. Opisuje svojstva (valnu duljinu i frekvenciju) te primjenu različitih vrsta elektromagnetskih valova. Opisuje utjecaj različitih vrsta elektromagnetskih valova na živi svijet.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Povezuje valnu duljinu vala detektora s veličinom objekta koji se promatra (radar, svjetlosni mikroskop, rendgensko zračenje). Objasnjava prijenos informacija s pomoću elektromagnetskih valova. Opisuje izvore i ulogu infracrvenog zračenja.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje različite načine nastajanja i rasprostiranja pojedinih elektromagnetskih valova. <i>Kvalitativno opisuje sadržaj Maxwellovih jednadžbi za vakuum.</i></li> </ul>

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**SŠ FIZ  
ABD.4.3.**

Analizira valno-čestičnu prirodu svjetlosti i tvari.

**RAZRADA ISHODA**

- Matematički opisuje i analizira fotoelektrični učinak.
- Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja.
- Opisuje de Broglievu hipotezu i difrakciju elektrona.
- Interpretira valnu funkciju.
- Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti.

**Ključni pojmovi:**

foton, Planckova konstanta, fotoelektrična ćelija, kvantizacija energije, valna funkcija

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje fotoelektrični učinak. Opisuje koncept fotona i njegovu energiju. Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja. Opisuje primjene fotoelektrične ćelije. Tumači de Broglievu hipotezu.

**DOBRA**

- Kvalitativno i matematički opisuje fotoelektrični učinak. Objašnjava princip rada fotoelektrične ćelije.

**VRLO DOBRA**

- Kvalitativno opisuje ovisnost intenziteta zračenja crnoga tijela o valnoj duljini i primjenu pri mjerenju temperature udaljenih tijela. *Analizira strujno-naponska svojstva fotoelektričnog učinka te interpretira odsječke na osima i nagib grafa. Opisuje načelo rada elektronskog mikroskopa.*

**IZNIMNA**

- Objašnjava pokus s ogibom elektrona na dvjema pukotinama. Interpretira valnu funkciju. Opisuje u glavnim crtama ideje kvantne mehanike. *Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti.*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**SŠ FIZ  
AD.4.4.**

Analizira modele atoma i energetske spektre.

**RAZRADA ISHODA**

- Analizira Rutherfordov model atoma.
- Analizira emisijske i apsorpcijske spektre.
- Analizira Bohrov model atoma.
- Opisuje kvantno-mehanički model atoma.
- *Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser).*

**Ključni pojmovi:**

kontinuirani i linijski spektar, kvantizacija energije, energijska razina, kvantni skok, osnovno i pobuđeno stanje, kvantni brojevi, *stimulirana emisija fotona*, učinak staklenika

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje modele atoma (Rutherfordov, Bohrov, kvantno-mehanički). Opisuje linijski i kontinuirani spektar te ih povezuje s izvorima svjetlosti. Povezuje emisijski i apsorpcijski spektar s elektronskim prijelazima u atomu.

**DOBRA**

- Opisuje Rutherfordov eksperiment. Uspoređuje energetske spektre pojedinih atoma i molekula. *Opisuje glavne značajke lasera i navodi važne primjene.*

**VRLO DOBRA**

- Analizira razvoj modela atoma. Opisuje primjene spektralne analize za određivanje sastava tvari te njezinu ulogu u istraživanju svemira. *Objašnjava raspršenje svjetlosti u Zemljinoj atmosferi (plavo i crveno nebo te bijelo mlijeko).*

**IZNIMNA**

- Objašnjava učinak staklenika i raspravlja o ulozi stakleničkih plinova. *Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser) i objašnjava njegovu primjenu. Opisuje elektron-val zarobljen u kutiji i povezuje s idejom kvantizacije energije.*

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p style="text-align: center;"><b>SŠ FIZ ABD.4.5.</b></p> <p>Objašnjava model atomske jezgre i nuklearne reakcije.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje građu atomske jezgre.</li> <li>• Opisuje svojstva jake sile.</li> <li>• Objašnjava nuklearne reakcije.</li> <li>• Primjenjuje koncept defekta mase.</li> <li>• Objašnjava procese nuklearne fisije i fuzije.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> nukleoni, atomski broj, maseni broj, izotop, jaka sila, slaba sila, zakon očuvanja broja nukleona, nuklearna energija, fuzija, fisija</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje građu atomske jezgre i njezine sastavne dijelove. Kvalitativno opisuje procese fisije i fuzije. Tumači prednosti i nedostatke dobivanja energije u nuklearnim elektranama.</li> </ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava koncept defekta mase na primjerima. Objašnjava načela dobivanja energije iz nuklearnih reakcija (fisija i fuzija).</li> </ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kvalitativno opisuje jaku silu i uspoređuje ju s električnom i gravitacijskom silom. Primjenjuje zakone očuvanja u nuklearnim reakcijama. <i>Objašnjava utjecaj nuklearnog reaktora na okoliš. Razlikuje kontroliranu i nekontroliranu fisiju na primjerima.</i></li> </ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava podrijetlo energije zvijezda. <i>Analizira grafički prikaz „nuklearne doline“. Objašnjava Einsteinov doprinos znanosti.</i></li> </ul>

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p style="text-align: center;"><b>SŠ FIZ AD.4.6.</b></p> <p>Analizira radioaktivne raspade i opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje svojstva radioaktivnih zračenja te analizira njihove primjene i učinke na žive organizme.</li> <li>• Analizira i primjenjuje zakon radioaktivnog raspada.</li> <li>• Opisuje načine detekcije ionizirajućeg zračenja.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> gama-raspad, alfa-raspad, beta-raspad, alfa-čestica, antičestice, neutrino, vrijeme poluraspada, doza zračenja, sivert</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definira i opisuje svojstva radioaktivnih zračenja. Tumači značenje vremena poluraspada. Tumači primjene radioaktivnog zračenja. Objašnjava načine zaštite od zračenja.</li> </ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafički opisuje zakon radioaktivnog raspada. Opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme. <i>Opisuje načine detekcije zračenja.</i></li> </ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjenjuje primjere jednadžba radioaktivnih raspada. Uspoređuje ekvivalentne doze zračenja. <i>Opisuje glavne značajke čestica koje nastaju u nuklearnim reakcijama.</i></li> </ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava primjenu radioaktivnosti u medicini i u metodi određivanja starosti. <i>Analizira i vrednuje učinke nuklearnih tehnologija na čovjeka i okoliš.</i></li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p style="text-align: center;"><b>SŠ FIZ CD.4.7.</b></p> <p>Opisuje i primjenjuje osnovne ideje STR-a.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava postulate STR-a.</li> <li>• Opisuje dilataciju vremena.</li> <li>• Opisuje kontrakciju duljine.</li> <li>• Tumači načelo ekvivalencije mase i energije.</li> <li>• <i>Opisuje relativnost simultanosti.</i></li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> inercijski sustav, Galileijeva relativnost, brzina svjetlosti, prostorno- -vremenski kontinuum, <i>svjetlosni sat, energija mirovanja</i></p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje primjer Galileijeve relativnosti gibanja. Tumači postulate STR-a. Tumači načelo ekvivalencije mase i energije. <i>Opisuje misaoni pokus koji demonstrira nepostojanje simultanosti za promatrače u relativnom gibanju.</i></li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kvalitativno opisuje relativističku dilataciju vremena. Kvalitativno opisuje relativističko skraćivanje duljina. <i>Opisuje princip rada svjetlosnog sata. Zaključuje o različitim očitanjima satova dvaju promatrača u različitim inercijskim sustavima.</i></li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje ideju prostorno vremenskog kontinuum. <i>Objašnjava razliku između ukupne energije, energije mirovanja i kinetičke energije.</i></li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava eksperimentalne dokaze specijalne teorije relativnosti. <i>Objašnjava primjere paradoksa.</i></li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>SŠ FIZ ABCD.4.8.</b></p> <p>Opisuje model nastanka i strukturu svemira.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje četiri fundamentalne sile.</li> <li>• Objašnjava nastanak i razvoj svemira.</li> <li>• <i>Opisuje osnovne elementarne čestice.</i></li> <li>• <i>Objašnjava evoluciju zvijezda.</i></li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> tamna tvar, tamna energija, termonuklearne reakcije, neutronska zvijezda, supernova, crna rupa, veliki prasak</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje četiri fundamentalne sile i primjere njihova djelovanja. Tumači glavne postavke teorije velikog praska. Opisuje sastav svemira. Opisuje strukturu Sunčeva sustava. <i>Opisuje osnovne elementarne čestice.</i></li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava model nastanka Sunčeva sustava. <i>Navodi glavne tipove zvijezda i uspoređuje njihove osnovne značajke.</i></li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava argumente u prilog teoriji velikog praska (npr. pozadinsko zračenje, širenje svemira). Opisuje glavne procese i etape u životu Sunca. <i>Objašnjava scenarije budućnosti svemira. Opisuje nastanak crnih rupa.</i></li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava razvoj i strukturu različitih tipova zvijezda. <i>Objašnjava podrijetlo i nastanak različitih elemenata u svemiru. Objašnjava kako je izmjeren svemir.</i></li> </ul>

## SŠ FIZ ABCD.4.9.

Rješava fizičke  
probleme.

**Napomena:**

Razine usvojenosti su  
okvirne i nije ih nužno  
ostvarivati pri svakom  
ishodu.

- Vizualizira situaciju u problemu.
- Identificira ciljeve rješavanja problema.
- Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela.
- Konstruira plan rješavanja problema. Idealizira, aproksimira i vrednuje realne fizikalne situacije. Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rješenje.

**Ključni pojmovi:**

fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Interpretira i primjenjuje tablične, slikovne, grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Opisuje zadanu situaciju fizičkim modelom. Primjenjuje odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.

**DOBRA**

- Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.

**VRLO DOBRA**

- Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Procjenjuje mogućnost primjene te traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Kvalitativno zaključuje povezujući veći broj koncepata i/li zahtjevnije koncepte, vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.

**IZNIMNA**

- Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Povezuje veći broj zakonitosti, pravila i relacija. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina. Predlaže vlastite probleme.

## SŠ FIZ ABCD.4.10.

Istražuje fizičke pojave:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja
- b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).

**Napomena:**

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

**Predloženi pokusi:**

1. Istražuje Youngove pruge interferencije.
2. Mjeri konstantu optičke rešetke.
3. Mjeri Brewsterov kut za staklo.
4. Istražuje fotoelektrični učinak s pomoću simulacije.
5. Istražuje radioaktivni raspad s pomoću kockica.
6. Istražuje alfa-raspade i beta-raspade s pomoću simulacije.
7. Istražuje efekt staklenika.

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Postavlja istraživačko pitanje. Postavlja hipotezu. Objašnjava svoje pretpostavke. Odabire pribor i postavlja eksperiment. Skicira i objašnjava pokus. Izvodi pokus prema uputama. Objašnjava koje je varijable potrebno održavati stalnima, a koje mijenjati. Mjeri potrebne fizičke veličine. Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički. Interpretira rezultate mjerenja. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta. Računa srednju vrijednost i apsolutnu i relativnu pogrešku. Interpretira značenje zapisa mjerene veličine s pogreškom. Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje. Sastavlja izvješće. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**DOBRA**

- Samostalno izvodi eksperiment. Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju. Procjenjuje pogrešku mjerenja. Računa i tumači relativnu pogrešku. Objašnjava teorijsku podlogu. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Uspoređuje rezultate mjerenja s modelom. Vrednuje proceduru i rezultate mjerenja. Analizira odnose između varijabli. Izgrađuje argumente utemeljene na znanstvenim dokazima. Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**VRLO DOBRA**

- Oblikuje i provodi eksperiment. Predlaže postupke za unapređenje ili poboljšanje metode istraživanja. Objašnjava etičnost i sigurnost eksperimenta. Analizira doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju. Provodi cjelokupan račun pogreške. Vrednuje rezultate i donosi zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje. Prepoznaje i analizira alternativna objašnjenja i modele. Koristi se dodatnom literaturom. Prezentira rezultate s pomoću IKT-a. Razmjenjuje informacije. Odabire odgovarajuće grafičke i tekstualne prikaze za predstavljanje rezultata istraživanja. Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.

**IZNIMNA**

- Samostalno postavlja istraživačka pitanja i iznosi hipoteze. Predlaže način testiranja hipoteze. Samostalno osmišljava odgovarajuće metode istraživanja koje uključuju rad na terenu i/ili laboratorijske pokuse. Objašnjava kako razmatra pouzdanost, sigurnost, objektivnost te etičnost u metodi istraživanja. Koristi digitalne tehnologije za poboljšanje kvalitete podataka. Koristi analizu podataka za donošenje i opravdavanje zaključaka. Pronalazi i diskutira alternativna objašnjenja i raspravlja o mogućim izvorima nepouzdanosti. Ocjenjuje tuđe metode i objašnjenja iz znanstvene perspektive. Procjenjuje valjanost i pouzdanost tvrdnji u izvorima informacija s obzirom na kvalitetu metodologije i navedene dokaze. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.

---

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

U četvrtom razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodu 3.

---

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.*

Mjerenje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.

Određivanje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjere.

Domene: **A** – Struktura tvari, **B** – Međudjelovanje, **C** – Gibanje, **D** – Energija

---

## Srednja škola

### ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE – model 4x3 (4x105 sati)

Na kraju 1. razreda učenik:

# 1. RAZRED

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>SŠ FIZ C.1.1.</b> Analizira pravocrtna gibanja.	<ul style="list-style-type: none"><li>Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje. Opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje.</li></ul> <b>Gljučni pojmovi:</b> položaj, put, pomak, vremenski interval, referentni sustav, brzina, akceleracija	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Opisuje referentni sustav. Tumači osnovne kinematičke pojmove. Razlikuje srednju i trenutnu brzinu. Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje bez početne brzine.</li></ul> <b>DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano i jednoliko usporeno gibanje s početnom brzinom. Interpretira značenje nagiba kinematičkih grafova. Interpretira značenje površine ispod v-t grafa. Analizira jednoliko pravocrtno gibanje na temelju zapisa gibanja.</li></ul> <b>VRLO DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Analizira jednoliko ubrzano gibanje na temelju zapisa gibanja. Interpretira značenje površine ispod a-t grafa. Opisuje značenje pojma fizičkog modela na primjerima iz kinematike. Analizira grafove koji uključuju negativnu brzinu, npr. vertikalni hitac.</li></ul> <b>IZNIMNA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Na temelju jednoga grafa koji opisuje gibanje i početnih uvjeta crta ostale grafove. Analizira primjene kinematičkih koncepata (npr. sport, promet). Pretvara grafove gibanja koja uključuju negativnu brzinu. Tumači značenje i važnost referentnog sustava i relativnost brzina u različitim sustavima.</li></ul>
<b>SŠ FIZ B.1.2.</b> Primjenjuje I. Newtonov zakon.	<ul style="list-style-type: none"><li>Opisuje međudjelovanja tijela i vrste sila.</li><li>Primjenjuje I. Newtonov zakon.</li><li>Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja.</li></ul> <b>Gljučni pojmovi:</b> sila, masa, tromost, inercijski sustav, relativnost gibanja	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Opisuje primjere međudjelovanja tijela. Razlikuje kontaktne sile i sile koje djeluju na daljinu. Povezuje i primjenjuje pojmove tromosti i mase tijela. Tumači značenje I. Newtonova zakona.</li></ul> <b>DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Tumači značenje pojma inercijskog sustava. Tumači Galileijev misaoni pokus koji je doveo do principa inercije. Navodi primjere realnih gibanja koja se mogu modelirati kao jednolika pravocrtna gibanja i povezuje ih s I. Newtonovim zakonom.</li></ul> <b>VRLO DOBRA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Analizira primjere iz mehanike koristeći se I. Newtonovim zakonom. Tumači pokuse i primjere koji demonstriraju I. Newtonov zakon.</li></ul> <b>IZNIMNA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja. Vrednuje Galileijev doprinos razvoju znanosti.</li></ul>



ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ BC.1.3.</b></p> <p>Primjenjuje II. Newtonov zakon.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Istražuje ovisnost ubrzanja o sili i masi.</li> <li>Određuje iznos sile teže i opisuje slobodni pad.</li> <li>Određuje iznose elastične sile, reakcije podloge, sile trenja i napetost niti.</li> <li>Istražuje i opisuje horizontalni hitac.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> trenje, konstanta elastičnosti, reakcija podloge, napetost niti, dijagram sila, rezultantna sila, domet hitca</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje sile kao vektorske veličine, zbraja ih i rastavlja na komponente te određuje rezultantu. Tumači II. Newtonov zakon. Opisuje slobodni pad. Opisuje elastičnu silu. Opisuje silu trenja. Opisuje sile napetosti niti i reakcije podloge. Primjenjuje pojmove sile teže, elastične sile, sile trenja, napetosti niti i reakcije podloge u primjerima.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prepoznaje istodobno djelovanje više sila na tijelo i prikazuje ih dijagramom sila. Određuje iznos rezultante više sila na pravcu. Grafički prikazuje i tumači ovisnost <math>a</math> (<math>F</math>) i <math>a</math> (<math>l/m</math>). Tumači statičko i dinamičko trenje. Matematički prikazuje i tumači silu trenja. Matematički i grafički prikazuje elastičnu silu.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira primjere povezane s primjenom II. Newtonova zakona. Određuje iznos rezultante više sila koje djeluju pod pravim kutom. Opisuje horizontalni hitac.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vrednuje Newtonov doprinos razvoju znanosti i društva. Analizira horizontalni hitac. <i>Analizira i matematički opisuje primjere vezane uz primjenu II. Newtonovog zakona u dvije dimenzije (npr. gibanje tijela na kosini, kosi hitac).</i></li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ BC.1.4.</b></p> <p>Primjenjuje III. Newtonov zakon i zakon očuvanja količine gibanja.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primjenjuje III. Newtonov zakon.</li> <li>Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja.</li> <li>Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> protusila, količina gibanja, impuls sile, elastični i neelastični sudar, zatvoreni sustav</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumači III. Newtonov zakon. Objašnjava pojmove količine gibanja i impulsa sile. Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja. Tumači pojam zatvorenog fizičkog sustava. Tumači zakon očuvanja količine gibanja. Opisuje elastični i neelastični sudar i navodi primjere.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Određuje u primjerima odgovarajuće parove sila prema III. Newtonovu zakonu. Na primjerima povezuje impuls sile i promjenu količine gibanja tijela.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumači primjere gibanja s pomoću III. Newtonova zakona (npr. hodanje, paradoks konja i kola). Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja na primjerima.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira primjenu III. Newtonova zakona na primjerima. Povezuje zakon očuvanja količine gibanja i III. Newtonov zakon. Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja na primjerima gibanja u dvije dimenzije.</li> </ul>

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

## SŠ FIZ D.1.5.

Primjenjuje zakon očuvanja energije.

- Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju.
- Tumači i primjenjuje pojmove rada, snage i korisnosti.
- Primjenjuje zakon očuvanja energije.

**Ključni pojmovi:**  
energija, unutrašnja energija, rad, snaga, korisnost

**RAZRADA ISHODA**

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje primjere pretvorba energije. Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju. Objasňuje pojam rada i matematički ga opisuje. Povezuje rad obavljen na tijelu s promjenom energije tijela. Tumači zakon očuvanja energije. Primjenjuje koncepte rada i snage na primjerima.

**DOBRA**

- Opisuje primjere zakona očuvanja energije. Razlikuje pozitivan i negativan rad i navodi primjere. Razlikuje fizički koncept rada od pojma rada iz svakodnevnog života i navodi primjere. Opisuje unutarnju energiju. Tumači i primjenjuje pojam korisnosti rada i energije.

**VRLO DOBRA**

- Analizira primjere koji uključuju primjenu zakona očuvanja energije u situacijama bez trenja. Vrednuje važnost energije za suvremeno društvo. Raspravlja o ekološkim pitanjima pretvorbe energije te korisnosti uređaja. Tumači grafički prikaz rada u  $F$ -s dijagramu.

**IZNIMNA**

- Analizira primjere koji uključuju primjenu zakona očuvanja energije u situacijama s trenjem. Kritički interpretira znanstvene informacije o pitanjima energetike.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

## SŠ FIZ BC.1.6.

Analizira kružno gibanje.

- Analizira kružno gibanje kao jednoliko ubrzano gibanje. Objasňuje i primjenjuje pojam centripetalne sile i centripetalne akceleracije. Primjenjuje Newtonove zakone na primjeru kružnoga gibanja.

**Ključni pojmovi:**  
jednoliko kružno gibanje, obodna brzina, kutna brzina, centripetalna sila, centripetalna akceleracija

**RAZRADA ISHODA**

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje primjere jednolikoga kružnoga gibanja. Tumači značenje osnovnih pojmova kružnog gibanja (period, frekvencija, kutna brzina, obodna brzina). Crta vektore brzine, akceleracije i ukupne sile u proizvoljnoj točki kružne putanje. Primjenjuje pojam centripetalne akceleracije u primjerima.

**DOBRA**

- Objasňuje uzrok centripetalne akceleracije. Objasňuje pojam centripetalne sile. Prepoznaje u primjerima kružnoga gibanja sile koje imaju ulogu centripetalne.

**VRLO DOBRA**

- Razmjerno zaključuje o odnosima veličina koje opisuju kružno gibanje. Crta dijagram sila za tijela koja jednoliko kruže u jednostavnim primjerima. Primjenjuje II. Newtonov zakon na primjere jednolikoga kružnoga gibanja.

**IZNIMNA**

- Analizira primjere povezane s kružnim gibanjem.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**SŠ FIZ BC.1.7.**

Primjenjuje zakon gravitacije i analizira gibanje Zemlje i nebeskih tijela.

**RAZRADA ISHODA**

- Tumači povijesni razvoj ideja o gibanju Zemlje i nebeskih tijela. Primjenjuje Newtonov zakon gravitacije.
- Analizira gibanja satelita.
- Opisuje tijela u svemiru (zvijezde, planete, galaksije, jata galaksija) i njihova gibanja. *Primjenjuje Keplerove zakone.*

**Ključni pojmovi:**  
gravitacijska sila, satelit, planet, zvijezda, galaksija, crna rupa, orbita, bestežinsko stanje, prva kozmička brzina, svemir

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje i skicira putanje planeta oko Sunca. Opisuje Newtonov zakon gravitacije. Opisuje osnovna svojstva i gibanja tijela u svemiru (zvijezda, planeta, galaksija i jata galaksija).

**DOBRA**

- Tumači izraz za prvu kozmičku brzinu. Analizira gibanje satelita. Opisuje nastanak i svojstva crne rupe. Kvalitativno zaključuje o gibanju tijela na temelju Newtonova zakona gravitacije. Tumači gibanje satelita. *Tumači Keplerove zakone.*

**VRLO DOBRA**

- Analizira primjere koji uključuju primjenu Newtonova zakona gravitacije. Tumači drugu kozmičku brzinu. Vrednuje utjecaj Newtonova zakona gravitacije na razvoj znanosti i društva. *Primjenjuje Keplerove zakone.*

**IZNIMNA**

- Tumači povijesni razvoj ideja o gibanju Zemlje i nebeskih tijela te promjenljivost znanstvenih ideja. Tumači bestežinsko stanje.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**SŠ FIZ  
ABCD.1.8.**

Rješava fizičke probleme.

**Napomena:**

Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.

**RAZRADA ISHODA**

- Vizualizira situaciju u problemu.
- Identificira ciljeve rješavanja problema.
- Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela.
- Konstruira plan rješavanja problema.
- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Vrednuje realne fizikalne situacije.
- Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rješenje.

**Ključni pojmovi:**  
fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Interpretira fizičku situaciju zadanu tekstualno. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje fizički model koji opisuje zadanu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.

**DOBRA**

- Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.

**VRLO DOBRA**

- Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku općeg rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.

**IZNIMNA**

- Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.

## SŠ FIZ ABCD.1.9.

Istražuje fizičke pojave:

**a)** izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje deset eksperimentalnih istraživanja

**b)** sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija

**c)** izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).

**Napomena:**

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

**Predloženi pokusi:**

1. Istražuje nejednoliko gibanje (uvođenje trenutačne brzine).
2. Istražuje gibanja pod djelovanjem stalne sile s pomoću dinamometra, kolica i tipkala.
3. Mjeri vrijeme reakcije.
4. Istražuje elastičnu silu i mjeri konstantu opruge.
5. Istražuje silu trenja.
6. Primjenjuje zakon očuvanja energije.
7. Primjenjuje zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja s dvjema lopticama, ravnalom i plastičnom cijevi.
8. Istražuje gibanja planeta s pomoću računalne simulacije.
9. Istražuje gibanja s pomoću detektora gibanja ili simulacije.
10. Istražuje ovisnost dometa horizontalnoga hitca o početnoj brzini s pomoću kosine, stola, mjerne trake i indigo-papira.

**Ključni pojmovi:**

hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabla, zaključak

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Postavlja relevantna pitanja i navodi pretpostavke. Opisuje pokus. Opisuje sigurnosne mjere. Navodi pribor i mjerne uređaje. Izvodi mjerenja uz pomoć. Bilježi opažanja. Definira osnovne SI jedinice. Koristi Međunarodni (SI) sustav mjernih jedinica. Razlikuje osnovne i izvedene mjerne jedinice. Navodi rezultate mjerenja s mjernim jedinicama. Mjerne podatke prikazuje tablično. Prepoznaje grube pogreške mjerenja. Interpretira značenje zapisa mjerene veličine s pogreškom. Pravilno zaokružuje izmjerene vrijednosti. Formulira zaključak. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**DOBRA**

- Objašnjava svrhu eksperimenta. Objašnjava teorijsku podlogu. Skicira pokus. Samostalno sastavlja opremu. Prepoznaje varijable. Prepoznaje varijable koje je potrebno održavati stalnima. Objašnjava svoje pretpostavke. Izvodi pokus prema uputama. Mjerne podatke prikazuje grafički. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Kvalitativno interpretira rezultate mjerenja. Objašnjava zaključke. Sastavlja jednostavno izvješće. Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**VRLO DOBRA**

- Postavlja hipotezu. Samostalno izvodi eksperiment. Raspravlja o problemima u izvedbi pokusa. Raspravlja o važnosti kontrole varijabla. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja o doprinosima pogrešaka u mjerenju. Računa i tumači relativnu pogrešku. Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom. Oslanja se na podatke iz istraživanja da bi podupro svoje zaključke.

**IZNIMNA**

- Navodi dodatna pitanja vezana uz eksperiment, a koja je moguće znanstveno istražiti. Planira uporabu objektivne eksperimentalne metode. Samostalno odabire pribor i postavlja eksperiment. Utvrđuje koje varijable treba mijenjati i mjeriti. Objašnjava sigurnosne mjere. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta. Predlaže poboljšanja u postupku mjerenja. Opisuje trendove podataka i koristi ih kod zaključivanja. Uspoređuje rezultate mjerenja s modelom. Povezuje podatke iz različitih izvora. Predstavlja svoje ideje, metode i otkrića koristeći znanstveni jezik i odgovarajuće prikaze. Prezentira rezultate koristeći se IKT-om. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.

---

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

U prvom razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodima 3, 4 i 5.

---

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.*

Mjerenje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.

Određivanje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjere.

Domene: **A** – Struktura tvari, **B** – Međudjelovanje, **C** – Gibanje, **D** – Energija

---

## 2. RAZRED

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>SŠ FIZ AB.2.1.</b> Primjenjuje zakone statike fluida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava sile u fluidima, pritisak i tlak.</li> <li>Objašnjava načelo hidrauličkog tijeska.</li> <li>Objašnjava nastanak hidrostatskog i atmosferskog tlaka.</li> <li>Objašnjava ravnotežu tijela uronjenog u fluid.</li> <li>Primjenjuje silu uzgona.</li> <li>Primjenjuje zakone statike fluida na primjerima.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fluid, hidrostatski tlak, atmosferski tlak, hidraulički tlak, Pascalov zakon, vakuum, uzgon</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumači koncept tlaka. Povezuje silu uzgona s Arhimedovim zakonom. Objašnjava podrijetlo hidrostatskog, atmosferskog, hidrauličkog tlaka.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava načelo rada hidrauličkog uređaja. Objašnjava utjecaj hidrostatskog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo. Crta dijagram sila na tijelo uronjeno u fluid. Objašnjava uvjete lebdenja, plutanja i tonjenja tijela u fluidu te opisuje odgovarajuće pojave u prirodi.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava Pascalov zakon. Tumači Toricellijev pokus. Primjenjuje koncept uzgona. Primjenjuje zakone statike fluida za objašnjenje opasnosti (npr. tijekom ronjenja, boravka u svemiru, visokogorskog planinarenja).</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objašnjava podrijetlo uzgona. Objašnjava primjene statike fluida. <i>Objašnjava kontekst povijesnog pokusa s magdeburškim polukuglama.</i></li> </ul>
<b>SŠ FIZ C.2.2.</b> Primjenjuje zakone dinamike fluida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjerima gibanja fluida.</li> <li>Primjenjuje jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> strujnice, statički tlak, dinamički tlak</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje stacionarna i turbulentna strujanja fluida. Objašnjava uzroke strujanja tekućine i crta strujnice za različite brzine strujanja fluida.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumači statički i dinamički tlak. Tumači jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Primjenjuje jednadžbu kontinuiteta.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Primjenjuje Bernoullijevu jednadžbu na primjerima iz prirode i tehnike.</li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>SŠ FIZ AC.2.3.</b>  Primjenjuje model čestične građe tvari.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava strukturu tvari.</li> <li>• Objašnjava Brownovo gibanje i difuziju.</li> <li>• Objašnjava četiri agregacijska stanja tvari i međumolekulsko djelovanje.</li> <li>• Objašnjava linearno i volumno toplinsko širenje čvrstih tijela.</li> <li>• Objašnjava toplinsko širenje tijela i primjene.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> molekula, atom, difuzija, međumolekulsko djelovanje, titranje molekula, linearni koeficijent širenja</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tumači agregacijska stanja s pomoću gibanja čestica i međumolekulskih sila. Crta modele agregacijskih stanja. Objašnjava primjere koji demonstriraju čestičnu strukturu tvari. Objašnjava primjenu volumnog širenja tijela pri mjerenju temperature.</li> </ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tumači Brownovo gibanje. Objašnjava toplinsko širenje tvari s pomoću čestično-kinetičkog modela. Povezuje koeficijente linearnog i volumnog širenja tijela.</li> </ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava difuziju Brownovim gibanjem molekula. Opisuje anomaliju vode i važnost te pojave za žive sustave. Opisuje plazmu i navodi primjere.</li> </ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava ovisnost međumolekulske sile o udaljenosti molekula i njezin utjecaj na građu i svojstva tvari. Objašnjava primjene toplinskog širenja tvari. <i>Objašnjava Boškovićev model tvari.</i></li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>SŠ FIZ AD.2.4.</b>  Analizira i primjenjuje plinske zakone i molekulsko-kinetički model plina.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizira izohornu, izobarnu i izotermnu promjena stanja plina.</li> <li>• Primjenjuje molekulsko-kinetičku teoriju plinova i model idealnog plina.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> izohora, izoterma, izobara, termodinamička temperatura, jednačba stanja plina, množina tvari</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje termodinamičke veličine. Opisuje plinske zakone. Tumači jednačbu stanja plina. Opisuje model idealnog plina i tumači nastanak tlaka.</li> </ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matematički i grafički opisuju promjene stanja plina. Objašnjava apsolutnu nulu temperature s pomoću <math>p</math>-<math>t</math> ili <math>V</math>-<math>t</math> grafičkog prikaza. Tumači značenje temperature s pomoću molekulsko-kinetičke teorije.</li> </ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizira plinske zakone s pomoću grafičkih prikaza. Matematički opisuju i primjenjuje vezu između srednje kinetičke energije i temperature.</li> </ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava ponašanje realnih plinova. Raspravlja o ograničenjima modela idealnog plina. <i>Objašnjava svojstva plazme.</i></li> </ul>

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

## SŠ FIZ D.2.5.

Analizira termodinamičke procese i sustave.

- Analizira termodinamičke sustave i procese.
- Objašnjava promjenu unutarnje energije toplinom i radom.
- Primjenjuje I. i II. zakon termodinamike.
- Objašnjava rad toplinskih strojeva i analizira njegovu korisnost.

**Ključni pojmovi:**

termodinamička ravnoteža, unutarnja energija, toplina, vođenje, strujanje i zračenje, specifični toplinski kapacitet, rad plina, kružni proces, adijabatski procesi, perpetuum mobile, [entropija](#)

**RAZRADA ISHODA**

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Prepoznaje termodinamičke sustave i procese u primjerima iz života. Tumači unutarnju energiju tijela s pomoću molekulske- kinetičke teorije. Objašnjava koncept topline. Tumači oblike prijelaza topline (strujanje, vođenje i zračenje) na primjerima. Objašnjava specifični toplinski kapacitet. Opisuje povratne i nepovratne procese na primjerima.

**DOBRA**

- Povezuje toplinu i rad s promjenom unutarnje energije na primjerima. Prikazuje grafički ovisnost termodinamičkih veličina u kružnom procesu. Primjenjuje Richmannovo pravilo. Objašnjava latentnu toplinu taljenja i isparavanja. Objašnjava graf ovisnosti temperature tijela o dovedenoj toplini za promjene stanja od krutog do plinovitog.

**VRLO DOBRA**

- Objašnjava rad plina kod izobarne promjene stanja. Analizira rad u p-V dijagramu. Primjenjuje I. zakon termodinamike. Objašnjava kružni proces i načelo rada toplinskog stroja. Objašnjava ulogu toplinskih strojeva u razvoju civilizacije. Vrednuje ekološki prihvatljiva rješenja korištenja energije. [Opisuje pojam entropije.](#)

**IZNIMNA**

- Na primjerima raspravlja o nemogućnosti izrade perpetuum mobile prve i druge vrste. Raspravlja o negativnim učincima degradacije energije i ograničenosti neobnovljivih izvora energije. Analizira mogućnost povećanja korisnosti toplinskog stroja. [Povezuje II. zakon termodinamike s entropijom.](#) [Objašnjava načelo rada hladnjaka, klima uređaja, motora automobila.](#)

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

## SŠ FIZ AB.2.6.

Objašnjava elektrostatičke pojave, primjenjuje koncepte i zakone elektrostatike.

- Objašnjava elektriziranje tijela.
- Primjenjuje Coulombov zakon.
- Primjenjuje zakon očuvanja naboja.

**Ključni pojmovi:**

električni naboj, osnovni naboj, elektroskop, kulon

**RAZRADA ISHODA**

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Tumači pojmove: osnovni naboj, električki neutralno tijelo, električki nabijeno tijelo. Primjenjuje zakon očuvanja naboja na primjerima. Opisuje pojave influencije i polarizacije. Tumači Coulombov zakon.

**DOBRA**

- Uspoređuje električki nabijena i neutralna tijela. Crta shematske prikaze raspodjele naboja i međudjelovanja na primjerima. Objašnjava prirodne pojave statičkog elektriciteta: munje, elektriziranje kose ili odjeće.

**VRLO DOBRA**

- Uspoređuje djelovanje gravitacijske i električne sile na primjeru nabijenih čestica. Primjenjuje Coulombov zakon na primjerima.

**IZNIMNA**

- Objašnjava pojave influencije i polarizacije. Opisuje mogućnost detekcije atoma s pomoću međuatomske sile (AFM).



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**SŠ FIZ  
BD.2.7.**

Opisuje električno polje.

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje električno polje.
- Objašnjava električnu potencijalnu energiju i primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju.
- Primjenjuje koncept električnog napona i potencijala.
- Analizira gibanje naboja u električnom polju.
- Objašnjava pojam električnog kapaciteta i opisuje kondenzator.

**Ključni pojmovi:**  
električne silnice, elektronvolt, kondenzator, kapacitet kondenzatora

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje električno polje i crta silnice polja točkastog naboja, nabijene kugle i paralelnih ploča. Određuje vektor električnog polja i sile na zadani naboj u proizvoljnoj točki polja. Objašnjava pojam električnog napona.

**DOBRA**

- Opisuje promjenu potencijalne energije pri pomicanju naboja u električnom polju. Objašnjava elektronvolt kao mjernu jedinicu energije. Opisuje kondenzator i objašnjava pojam električnog kapaciteta.

**VRLO DOBRA**

- Objašnjava električno polje pri površini Zemlje. Primjenjuje superpoziciju električnih polja. Primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju. Tumači izraz za kapacitet pločastoga kondenzatora.

**IZNIMNA**

- Objašnjava koncept električnog potencijala. Analizira gibanje naboja u električnom polju. *Opisuje elektricitet živih bića.*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

**SŠ FIZ CD.2.8.**

Primjenjuje zakone elektrostatike u električnom strujnom krugu.

**RAZRADA ISHODA**

- Objašnjava model vođenja električne struje.
- Tumači Ohmov zakon za vodič i za cijeli električni strujni krug.
- Objašnjava rad i snagu u električnom strujnom krugu.
- Analizira električni strujni krug.
- Objašnjava opasnosti od električne struje.
- Objašnjava zaštitu od strujnog udara.
- *Primjenjuje Kirchhoffova pravila.*

**Ključni pojmovi:**  
slobodni elektroni, pokretljivi ioni, električna struja, električni otpor, otpornost, elektromotorni napon, unutarnji otpor izvora

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje električnu struju i otpor u metalima i elektrolitima. Objašnjava električnu struju i njezin smjer. Opisuje Ohmov zakon. Shematski prikazuje jednostavne električne strujne krugove. Objašnjava način spajanja ampermetra i voltmetra te važnost odabira mjernog područja. Objašnjava opasnosti, te sigurnosne mjere pri rukovanju električnim uređajima.

**DOBRA**

- Objašnjava električni otpor. Tumači izraz za električni otpor vodiča. Objašnjava otpornost kao svojstvo materijala. Primjenjuje Ohmov zakon na paralelni i serijski spoj otpornika u električnom strujnom krugu. Objašnjava pretvorbe energije u vodiču pri prolasku električne struje. Uspoređuje tipične snage električnih uređaja u svakodnevnoj upotrebi. Objašnjava načelo rada električnog osigurača.

**VRLO DOBRA**

- Analizira električne strujne krugove s jednim izvorom. Objašnjava nastanak električnog napona u baterijama. Uspoređuje svojstva omskih i neomskih vodiča.

**IZNIMNA**

- Objašnjava utjecaj temperature na otpornost vodiča. Kvalitativno opisuje osnovna svojstva supravodiča i njihovu primjenu. *Primjenjuje Kirchhoffova pravila.*

## **SŠ FIZ ABCD.2.9.**

Rješava fizičke  
probleme.

**Napomena:**

Razine usvojenosti su  
okvirne i nije ih nužno  
ostvarivati pri svakom  
ishodu.

- Vizualizira situaciju u problemu.
- Identificira ciljeve rješavanja problema.
- Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela.
- Konstruira plan rješavanja problema.
- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Vrednuje realne fizikalne situacije.
- Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rješenje.

**Ključni pojmovi:**

fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Interpretira fizičku situaciju zadanu tekstualno. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje fizički model koji opisuje zadanu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.

**DOBRA**

- Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.

**VRLO DOBRA**

- Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku općeg rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.

**IZNIMNA**

- Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.

OŠ FIZ  
ABCD.2.10.

Istražuje fizičke pojave:

- a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje deset eksperimentalnih istraživanja
- b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).

## Napomena:

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

## Prijedlog pokusa i istraživanja:

1. Mjeri gustoću tijela/tekućine s pomoću uzgona.
2. Mjeri silu uzgona.
3. Istražuje Pascalov zakon i njegove primjene.
4. Istražuje ovisnosti tlaka plina o volumenu uz konstantnu temperaturu.
5. Mjeri ovisnosti volumena plina o temperaturi uz konstantan tlak.
6. Istražuje promjene unutarnje energije tijela prijelazom topline.

## ZADOVOLJAVAJUĆA

- Objašnjava svrhu eksperimenta i navodi pretpostavke. Opisuje i skicira pokus. Objašnjava sigurnosne mjere. Opisuje pribor i mjerne uređaje. Opisuje varijable. Izvodi pokus prema uputi. Bilježi opažanja. Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički. Kvalitativno interpretira rezultate mjerenja. Navodi moguće grube pogreške mjerenja. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Formulira zaključak. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

## DOBRA

- Postavlja hipotezu. Objašnjava svoje pretpostavke. Opisuje varijable koje je potrebno održavati stalnima, a koje mijenjati. Izvodi mjerenja prema uputama. Prepoznaje grube pogreške mjerenja. Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju. Računa i tumači relativnu pogrešku. Interpretira rezultate mjerenja. Oslanja se na dokaze da bi podupro svoje zaključke. Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje. Sastavlja izvješće. Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

## VRLO DOBRA

- Objašnjava uporabu objektivne eksperimentalne metode. Samostalno izvodi eksperiment. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta i pogrešku mjerenja. Objašnjava teorijsku podlogu. Analizira te prikazuje pravilnosti i trendove podataka i koristi ih za donošenje zaključaka. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

## IZNIMNA

- Postavlja istraživačka pitanja za probleme koje je moguće znanstveno istražiti. Koristi se dodatnom literaturom. Odabire opremu koja poboljšava objektivnost i točnost mjerenja. Razmatra sigurnost i etičnost odabrane eksperimentalne metode. Identificira varijable koje je potrebno kontrolirati, mijenjati i mjeriti. Predlaže poboljšanja u metodi mjerenja i mjernim instrumentima. Predlaže poboljšanja u postupku mjerenja. Računa pogreške mjerenja izvedenih veličina. Koristi odgovarajući jezik i prikaze za predstavljanje znanstvenih ideja, metoda i rezultata.

## PREPORUKA:

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

U drugom razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodima 1, 4 i 8.

## NAPOMENE:

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.*

Mjerenje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.

Određivanje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjere.

Domene: A – Struktura tvari, B – Međudjelovanje, C – Gibanje, D – Energija

**3.** RAZRED

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ AB.3.1.</b></p> <p>Opisuje svojstva magneta i analizira vezu između električne struje i magnetizma.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opisuje svojstva magneta i magnetsko polje.</li><li>• Povezuje nastanak magnetskog polja s gibanjem naboja.</li><li>• Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete.</li></ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> magnetske domene, magnetsko polje, linije magnetskog polja, elektromagnet, tesla, feromagnetizam, <i>paramagnetizam</i></p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Opisuje magnetsko polje jednog i dvaju magneta te ga prikazuje linijama magnetskog polja. Opisuje Oerstedov pokus. Crta i matematički opisuje polje oko ravnog vodiča i polje unutar zavojnice. Opisuje primjere jakih i slabih magnetskih polja. Opisuje primjene elektromagneta.</li></ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Objasnjava Oerstedov pokus. Objasnjava nastajanje magnetskog polja petlje. Povezuje smjer električne struje i smjer magnetskog polja. Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete. Skicira vektor magnetskog polja u bilo kojoj točki prostora oko magneta.</li></ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Koristi se konceptom magnetskih domena za tumačenje feromagnetskih svojstava. Analizira čimbenike koji utječu na polje elektromagneta. Objasnjava razliku između homogenog i nehomogenog magnetskog polja. <i>Raspravlja o mogućem utjecaju magnetskog polja električnih uređaja na zdravlje ljudi (odašiljači, dalekovodi).</i></li></ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Primjenjuje superpoziciju magnetskih polja. Opisuje primjene magnetizma tvari u informatici i tehnologiji. <i>Objasnjava magnetska svojstva željeza. Opisuje pojavu paramagnetizma na primjerima. Objasnjava Zemljin magnetizam.</i></li></ul>

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI****SŠ FIZ B.3.2.**

Analizira magnetsko međudjelovanje i objašnjava primjene.

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje međudjelovanje magneta.
- Povezuje Amperovu i Lorentzovu silu.
- Analizira gibanje naboja u magnetskom polju.
- Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima teče električna struja.
- *Analizira rad ciklotrona i masenog spektrometra.*

**Ključni pojmovi:**

Amperova sila, Lorentzova sila

**RAZINE USVOJENOSTI****ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje Lorentzovu silu i Amperovu silu na primjerima. Opisuje vezu između Amperove i Lorentzove sile.

**DOBRA**

- Objašnjava putanju nabijene čestice u magnetskom polju. Objašnjava primjenu Amperove sile u uređajima (*poput DC motora, zvučnika, magnetskog diska,...*). *Opisuje načelo rada ciklotrona i masenog spektrometra te navodi primjene.*

**VRLO DOBRA**

- Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima teče električna struja (definira amper). *Objašnjava djelovanje Lorentzove sile u uređaju poput magnetrona ili ciklotrona.*

**IZNIMNA**

- Matematički povezuje Amperovu i Lorentzovu silu. *Povezuje zaštitu Zemlje od Sunčeva vjetra i polarnu svjetlost s Lorentzovom silom. Analizira čimbenike koji utječu na ciklotronsku frekvenciju i na radijus putanje čestice u masenom spektrometru.*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI****SŠ FIZ BC.3.3.**

Analizira elektromagnetsku indukciju i primjene.

**RAZRADA ISHODA**

- Primjenjuje Faradayev zakon.
- Analizira primjene elektromagnetske indukcije.
- Uspoređuje svojstva istosmjerne i izmjenične električne struje.

**Ključni pojmovi:**

elektromagnetska indukcija, magnetski tok, Lenzovo pravilo, generator, transformator, izmjenična električna struja, efektivna vrijednost

**RAZINE USVOJENOSTI****ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje pojavu elektromagnetske indukcije. Grafički opisuje svojstva izmjenične električne struje. Opisuje transformator i njegovu primjenu. Opisuje doprinos Nikole Tesle razvoju tehnologije izmjenične električne struje.

**DOBRA**

- Opisuje pojam magnetskog toka. Tumači Faradayev zakon. Opisuje načelo rada generatora. Tumači prednosti i nedostatke izmjenične i istosmjerne električne struje. Objašnjava efektivnu vrijednost izmjenične električne struje. *Tumači kapacitivni i induktivni otpor.*

**VRLO DOBRA**

- Analizira utjecaj relevantnih varijabla na inducirani napon. Objašnjava načelo rada transformatora. *Analizira primjenu elektromagnetske indukcije na primjerima iz tehnike.*

**IZNIMNA**

- Objašnjava pojavu inducirano napona između krajeva ravnog vodiča koji se giba u magnetskom polju. *Primjenjuje Lenzovo pravilo na primjerima. Tumači impedanciju.*

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ CD.3.4.</b></p> <p>Analizira harmonijsko titranje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje harmonijsko titranje.</li> <li>• Analizira titranje matematičkog njihala i tijela na opruzi.</li> <li>• Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator.</li> <li>• <i>Povezuje harmonijsko titranje i jednoliko gibanje po kružnici.</i></li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> period, frekvencija, elongacija, amplituda, kružna frekvencija, povratna sila, rezonancija, prisilno i prigušeno titranje</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje jednostavne harmonijske oscilatore. Povezuje period i frekvenciju titranja. Opisuje pretvorbe energije kod titranja matematičkog njihala i tijela na opruzi. Očitava period i amplitudu titranja iz grafičkog prikaza.</li> </ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tumači matematički opis harmonijskog titranja. Razlikuje harmonijsko od ostalih vrsta titranja. Prepoznaje povratnu silu u različitim primjerima titranja. Raspravlja o vrijednostima brzine i sile pri titranju. Opisuje na primjerima prisilno i prigušeno titranje te pojavu rezonancije. <i>Uspoređuje značajke mehaničkog i titranja u LC titrajnom krugu.</i></li> </ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafički prikazuje ovisnost elongacije titranja o vremenu. Objašnjava povratnu silu matematičkog njihala. Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator. <i>Matematički povezuje titranje i kružno gibanje.</i></li> </ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava i primjenjuje pojam kružne frekvencije. Grafički prikazuje ovisnost brzine i akceleracije titranja o vremenu. Analizira primjere harmonijskih oscilatora u tehnologiji.</li> </ul>
<p><b>SŠ FIZ CD.3.5.</b></p> <p>Objašnjava nastanak vala i analizira valna svojstva.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava nastanak vala.</li> <li>• Opisuje zakon odbijanja vala na čvrstom i slobodnom kraju.</li> <li>• Opisuje lom vala.</li> <li>• Objašnjava ogib i interferenciju.</li> <li>• Primjenjuje Huygensov princip.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> valna duljina, brzina vala, longitudinalni i transverzalni val, valna fronta, ogib, interferencija</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje nastanak mehaničkog vala (longitudinalnog i transverzalnog). Povezuje progresivni val i širenje energije. Prepoznaje odbijanje, lom, ogib i interferenciju vala na primjerima. Opisuje i skicira odbijanje i lom vala. Povezuje valnu duljinu s frekvencijom i brzinom vala.</li> </ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava nastanak vala na primjerima iz prirode. Očitava period, amplitudu i valnu duljinu iz grafičkih prikaza vala. Opisuje ovisnost brzine vala o vrsti sredstva. Tumači lom vala na temelju promjene brzine. Objašnjava ogib vala pomoću Huygensova principa.</li> </ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tumači jednadžbu ravnog vala. Objašnjava razliku odbijanja na čvrstom kraju i na slobodnom kraju sredstva. Tumači uvjete konstruktivne i destruktivne interferencije. Matematički i crtežom opisuje interferenciju dvaju valova.</li> </ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizira čimbenike koji utječu na interferencijsku sliku.</li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ CD.3.6.</b></p> <p>Analizira valna svojstva zvuka.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje nastanak zvučnog vala.</li> <li>• Objašnjava nastanak stojnog vala.</li> <li>• Skicira stojni val u glazbenim instrumentima.</li> <li>• <i>Objašnjava Dopplerov učinak.</i></li> <li>• <i>Opisuje zvučno zagađenje.</i></li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> stojni val, ultrazvuk, intenzitet zvuka, decibel</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje nastanak zvučnog vala. Navodi raspon čujnih frekvencija i definira ultrazvuk. Navodi primjere primjene ultrazvuka. Opisuje Dopplerov učinak na primjerima. <i>Opisuje primjere odbijanja, ogiba i interferencije zvuka.</i></li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje nastanak stojnog vala. Skicira modove stojnog vala na žici i u cijevi. Objašnjava pojavu rezonancije na primjerima različitih glazbenih instrumenata. Objašnjava Dopplerov učinak crtanjem valnih fronta na primjerima relativnoga gibanja izvora zvuka u odnosu na opažača. <i>Definira prag čujnosti, mjernu jedinicu decibel te navodi izvore zvučnog zagađenja.</i></li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava osnovno načelo ultrazvučne dijagnostike. Tumači primjene Dopplerova učinka (<i>npr. policijski radar, protok krvi, oslikavanje morskog dna</i>). Objašnjava interferenciju valova zvuka iz dvaju izvora. <i>Kvalitativno objašnjava ovisnost brzine širenja zvuka o sredstvu. Uspoređuje razine različitih izvora zvuka iz svakodnevnog života.</i></li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava uho prijarnik zvučnoga vala. Objašnjava načelo ugađanja žičanih instrumenata s pomoću rezonancije. <i>Kvalitativno objašnjava probijanje zvučnog zida.</i></li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ D.3.7.</b></p> <p>Primjenjuje zakone geometrijske optike.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Primjenjuje zakon odbijanja na ravna zrcala.</i></li> <li>• <i>Primjenjuje Snellov zakon.</i></li> <li>• <i>Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.</i></li> <li>• <i>Konstruira sliku predmeta koju stvara leća.</i></li> <li>• <i>Opisuje razlaganje svjetlosti.</i></li> <li>• <i>Opisuje nastanak slike kod optičkih instrumenata: mikroskop, teleskop, čovječje oko.</i></li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> indeks loma, potpuno odbijanje, granični kut, prizma, sabirne i rastresne leće, karakteristične zrake, realna i virtualna slika</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Opisuje zakone geometrijske optike. Crta i opisuje sliku predmeta nastalog odbijanjem kod ravnog zrcala. Crta i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti kod sabirne leće. Opisuje razliku između sabirne i rastresne leće.</i></li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Crtežom i matematičkim izrazom opisuje lom zrake svjetlosti na granici dvaju optički različitih sredstava. Povezuje brzinu širenja svjetlosti u tvari s indeksom loma. Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti te primjene (svjetlovod, optički kabel). Crta i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti kod divergentne leće. Kvalitativno opisuje principe rada i uporabu optičkih pomagala poput povećala i naočala.</i></li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kvalitativno opisuje oko kao optički uređaj i objašnjava dalekovidnost, kratkovidnost, jakost leće i dioptriju. Crtežom i matematičkim izrazom opisuje potpuno odbijanje svjetlosti na granici dvaju optički različitih sredstava. Kvalitativno opisuje razlaganje svjetlosti i nastanak duge.</i></li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Objašnjava nastanak slike kod mikroskopa i teleskopa.</i></li> </ul>

## **SŠ FIZ ABCD.3.8.**

Rješava fizičke probleme.

**Napomena:**

Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.

### **RAZRADA ISHODA**

- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.
- Primjenjuje i interpretira različite reprezentacije fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rješenje.

**Ključni pojmovi:**

fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, pouzdane znamenke, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon, teorija

### **RAZINE USVOJENOSTI**

#### **ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Svojim riječima opisuje zadanu situaciju. Skicira fizičku situaciju. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje fizičke veličine. Veličinama pridružuje simbole. Prepoznaje traženu veličinu. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje fizički model koji opisuje zadanu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa traženu veličinu. Zapisuje rezultat simbolom, numeričkom vrijednošću i mjernom jedinicom. Kvalitativno zaključuje primjenjujući osnovne koncepte.

#### **DOBRA**

- Simbolima označuje fizičke veličine na crtežu. Prikazuje situaciju grafičkim prikazom ili dijagramom. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Zaokružuje vrijednosti fizičkih veličina na pouzdane znamenke. Kvalitativno zaključuje povezujući manji broj osnovnih koncepata.

#### **VRLO DOBRA**

- Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene te traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Kvalitativno zaključuje povezujući veći broj koncepata i/ili zahtjevnije koncepte.

#### **IZNIMNA**

- Kritički se odnosi prema postavci problema. Predlaže vlastite probleme. Procjenjuje vrijednosti fizičkih veličina. U opisu situacije povezuje veći broj zakonitosti, pravila i relacija.



## SŠ FIZ ABCD.3.9

Istražuje fizičke pojave:

**a)** izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje deset eksperimentalnih istraživanja

**b)** sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija

**c)** izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave učenički projekt ili istraživanje otvorenog tipa (izbornog).

**Napomena:**

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

**Predloženi pokusi:**

1. Ispituje djelovanje permanentnog magneta na različite materijale.
2. Analizira utjecaj broja namotaja zavojnice na jakost elektromagneta.
3. Mjeri magnetsko polje Zemlje.
4. Istražuje ovisnost induciranog napona o broju zavoja transformatora.
5. Mjeri ovisnost perioda titranja o duljini njihala.
6. Mjeri akceleraciju slobodnog pada s pomoću njihala.
7. Mjeri ovisnost perioda titranja opruge o masi utega.
8. Istražuje ogib i interferenciju valova na vodi.
9. Istražuje uvjete u kojima nastaje stojni val zvuka u Kundtovoj cijevi.
10. Mjeri brzinu zvuka metodom odjeka.
11. Mjeri brzinu zvuka s pomoću glazbene vilice i stupca zraka.
12. Mjeri indeks loma stakla/plastike.
13. Istražuje odbijanje svjetlosti i sliku u ravnom zrcalu.
14. Mjeri žarišnu daljinu sabirne leće.
15. Mjeri ovisnost valne duljine zvučnih valova o frekvenciji.
16. Istražuje efekt Faradayeva kaveza.
17. Istražuje čimbenike koji utječu na sagibanje grede.
18. Istražuje domino-efekt.

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Postavlja hipotezu. Objašnjava svoje pretpostavke. Opisuje i objašnjava pribor i mjerne uređaje. Skicira i objašnjava pokus. Izvodi pokus prema uputama. Kontrolira varijable tijekom eksperimenta. Mjeri potrebne fizičke veličine. Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički. Interpretira rezultate mjerenja. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje. Donosi zaključke. Sastavlja izvješće. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**DOBRA**

- Odabire pribor i postavlja eksperiment. Samostalno izvodi eksperiment. Objašnjava koje je varijable potrebno održavati stalnima, a koje mijenjati. Objašnjava funkcionalnu ovisnost varijabla. Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta. Uočava funkcionalnu ovisnost varijabla. Objašnjava zaključke. Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**VRLO DOBRA**

- Razmatra etičnost i sigurnost eksperimenta. Objašnjava kako se modifikacijom metode može poboljšati kvaliteta mjernih podataka. Objašnjava teorijsku podlogu. Koristi se dodatnom literaturom. Raspravlja o važnosti kontrole varijabla. Provodi račun pogreške. Objašnjava doprinose pogreškama u mjerenju. Uspoređuje rezultate mjerenja s modelom. Vrednuje proceduru i rezultate mjerenja. Analizira odnose između varijabla. Analizira te prikazuje pravilnosti i trendove podataka i koristi ih za donošenje zaključaka. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.

**IZNIMNA**

- Predlaže način testiranja hipoteze. Oblikuje i provodi eksperiment. Dizajnira metode koje uključuju kontrolu i precizno mjerenje varijabla te sustavno prikupljanje podataka. Otkriva nedosljednosti u rezultatima. Analizira metodu i kvalitetu mjernih podataka. Prepoznaje i analizira alternativna objašnjenja i modele. Objašnjava aktivnosti za poboljšanje kvalitete dokaza. Koristi odgovarajući jezik i prikazuje izvješćavanje i raspravu o svojim idejama i tvrdnjama. Prezentira rezultate s pomoću IKT-a. Razmjenjuje informacije. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.

---

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

U trećem razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodima 2, 3 i 4.

---

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.*

Mjerenje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.

Određivanje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjere.

Domene: **A** – Struktura tvari, **B** – Međudjelovanje, **C** – Gibanje, **D** – Energija

---

## Srednja škola

## ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE – model 4x3 (3x105 + 1x96 sati)

Na kraju 4. razreda učenik:

## 4. RAZRED

ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>SŠ FIZ D.4.1.</b></p> <p>Analizira valnu prirodu svjetlosti.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje svjetlost kao val.</li> <li>Analizira ogib i interferenciju svjetlosti.</li> <li>Opisuje raspršenje i polarizaciju svjetlosti.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> nekoherentna i koherentna svjetlost, fazni pomak, Youngov pokus, raspršenje svjetlosti, optička rešetka, Brewsterov kut</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje osnovne pojmove valne optike: lom, ogib, interferenciju i polarizaciju svjetlosti. Opisuje Youngov pokus. Objasnjava razliku između koherentne i nekoherentne svjetlosti.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objasnjava Youngov pokus. Opisuje pojavu polarizacije i interferencije svjetlosti u prirodi (<i>npr. sloj ulja na vodi, perje ptica, mjehur sapunice, polarizacijske naočale, dvolomac</i>) i primjene u tehnologiji. <i>Objasnjava nastanak duge i raspršenje svjetlosti u Zemljinoj atmosferi.</i></li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Matematički i grafički opisuje nastanak spektra na optičkoj rešetki. Kvalitativno i grafički opisuje potpunu polarizaciju svjetlosti (Brewsterov kut). Raspravlja o primjenama polarizirane svjetlosti.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira utjecaj valne duljine na interferencijsku sliku u Youngovu pokusu i na rešetki. <i>Opisuje ogib rendgenskih zraka na kristalima i njegovu važnost u izučavanju strukture tvari. Opisuje načela holografije.</i></li> </ul>
<p><b>SŠ FIZ D.4.2.</b></p> <p>Objasnjava nastanak, svojstva i primjene elektromagnetskih valova.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizira elektromagnetske valove.</li> <li>Opisuje izvore elektromagnetskog zračenja.</li> <li>Opisuje energijski spektar elektromagnetskog zračenja.</li> <li>Objasnjava vrste elektromagnetskog zračenja i primjene.</li> <li>Objasnjava utjecaj elektromagnetskog zračenja na Zemlju i živi svijet.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> elektromagnetski valovi, elektromagnetsko zračenje, elektromagnetski spektar</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje model elektromagnetskog vala. Uspoređuje brzinu širenja elektromagnetskog vala kroz različita sredstva. Navodi vrste valova u elektromagnetskom spektru. Navodi koje su vrste elektromagnetskih valova izrazito štetne za ljude.</li> </ul> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objasnjava razliku između elektromagnetskog i mehaničkog vala. Opisuje svojstva (valnu duljinu i frekvenciju) te primjenu različitih vrsta elektromagnetskih valova. Opisuje utjecaj različitih vrsta elektromagnetskih valova na živi svijet.</li> </ul> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Povezuje valnu duljinu valova detektora s veličinom objekta koji se promatra (radar, svjetlosni mikroskop, rendgensko zračenje). Objasnjava prijenos informacija s pomoću elektromagnetskih valova. Opisuje izvore i ulogu infracrvenog zračenja.</li> </ul> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opisuje različite načine nastajanja i rasprostiranja pojedinih elektromagnetskih valova. <i>Kvalitativno opisuje sadržaj Maxwellovih jednadžbi za vakuum.</i></li> </ul>

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

## SŠ FIZ ABD.4.3.

Analizira valno-čestični model svjetlosti i tvari.

**RAZRADA ISHODA**

- Matematički opisuje i analizira fotoelektrični učinak.
- Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja.
- Opisuje de Broglievu hipotezu i difrakciju elektrona.
- Interpretira valnu funkciju.
- *Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti.*

**Ključni pojmovi:**

foton, Planckova konstanta, fotoelektrična ćelija, zaustavni napon, kvantizacija energije, valna funkcija

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje fotoelektrični učinak. Opisuje koncept fotona i njegovu energiju. Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja. Opisuje primjene fotoelektrične ćelije. Tumači de Broglievu hipotezu.

**DOBRA**

- Kvalitativno i matematički opisuje fotoelektrični učinak. Objašnjava izlazni rad elektrona. Objašnjava princip rada fotoelektrične ćelije.

**VRLO DOBRA**

- Kvalitativno opisuje ovisnost intenziteta zračenja crnoga tijela o valnoj duljini i primjenu pri mjerenju temperature udaljenih tijela. Tumači određivanje kinetičke energije fotoelektrona pomoću zaustavnog napona. *Analizira graf električne struje fotoelektrona u ovisnosti o zaustavnom naponu. Opisuje načelo rada elektronskog mikroskopa.*

**IZNIMNA**

- Objašnjava pokus s ogibom elektrona na dvjema pukotinama. Interpretira valnu funkciju. *Opisuje u glavnim crtama ideje kvantne mehanike. Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti.*

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI ISHODI**

## SŠ FIZ AD.4.4.

Analizira modele atoma i energetske spektre.

**RAZRADA ISHODA**

- Opisuje modele atoma.
- Analizira emisijske i apsorpcijske spektre.
- Analizira razvoj modela atoma.
- *Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser).*

**Ključni pojmovi:**

kontinuirani i linijski spektar, kvantizacija energije, energijska razina, kvantni skok, osnovno i pobuđeno stanje, kvantni brojevi, *stimulirana emisija fotona*, učinak staklenika

**RAZINE USVOJENOSTI**

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Opisuje modele atoma (Rutherfordov, Bohrov, kvantno-mehanički). Opisuje linijski i kontinuirani spektar te ih povezuje s izvorima svjetlosti. Povezuje emisijski i apsorpcijski spektar s elektronskim prijelazima u atomu.

**DOBRA**

- Opisuje Rutherfordov eksperiment. Uspoređuje energetske spektre pojedinih atoma i molekula. *Opisuje glavne značajke lasera i navodi važne primjene.*

**VRLO DOBRA**

- Analizira razvoj modela atoma. Opisuje primjene spektralne analize za određivanje sastava tvari te njezinu ulogu u istraživanju svemira. *Objašnjava raspršenje svjetlosti u Zemljinj atmosferi (plavo i crveno nebo te bijelo mlijeko).*

**IZNIMNA**

- Objašnjava učinak staklenika i raspravljao ulogi stakleničkih plinova. *Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser) i objašnjava njegovu primjenu. Opisuje elektron-val zarobljen u kutiji i povezuje s idejom kvantizacije energije.*

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p style="text-align: center;"><b>SŠ FIZ ABD.4.5.</b></p> <p>Objašnjava model atomske jezgre i nuklearne reakcije.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje građu atomske jezgre.</li> <li>• Opisuje svojstva jake sile.</li> <li>• Objašnjava nuklearne reakcije.</li> <li>• Primjenjuje koncept defekta mase.</li> <li>• Objašnjava procese nuklearne fisije i fuzije.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> nukleoni, atomski broj, maseni broj, izotop, jaka sila, slaba sila, zakon očuvanja broja nukleona, nuklearna energija, fuzija, fisija</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje građu atomske jezgre i njezine sastavne dijelove. Kvalitativno opisuje procese fisije i fuzije. Tumači prednosti i nedostatke dobivanja energije u nuklearnim elektranama.</li> </ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava koncept defekta mase na primjerima. Definira atomsku jedinicu mase. Objašnjava načela dobivanja energije iz nuklearnih reakcija (fisija i fuzija).</li> </ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Povezuje defekt mase s energijom vezanja jezgre. Kvalitativno opisuje jaku silu i uspoređuje ju s električnom i gravitacijskom silom. Primjenjuje zakone očuvanja u nuklearnim reakcijama. <i>Objašnjava utjecaj nuklearnog reaktora na okoliš. Razlikuje kontroliranu i nekontroliranu fisiju na primjerima.</i></li> </ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava podrijetlo energije zvijezda. <i>Analizira grafički prikaz „nuklearne doline“. Objašnjava Einsteinov doprinos znanosti.</i></li> </ul>

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p style="text-align: center;"><b>SŠ FIZ AD.4.6.</b></p> <p>Analizira radioaktivne raspade i opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje svojstva radioaktivnih zračenja te analizira njihove primjene i učinke na žive organizme.</li> <li>• Analizira i primjenjuje zakon radioaktivnog raspada.</li> <li>• Opisuje načine detekcije ionizirajućeg zračenja.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> gama-raspad, alfa-raspad, beta-raspad, alfa-čestica, antičestice, neutrino, vrijeme poluraspada, doza zračenja, sivert</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definira i opisuje svojstva radioaktivnih zračenja. Tumači značenje vremena poluraspada. Tumači primjene radioaktivnog zračenja. Objašnjava načine zaštite od zračenja.</li> </ul> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafički opisuje zakon radioaktivnog raspada. Opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme. <i>Opisuje načine detekcije zračenja.</i></li> </ul> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjenjuje primjere jednadžba radioaktivnih raspada. Uspoređuje ekvivalentne doze zračenja. <i>Opisuje glavne značajke čestica koje nastaju u nuklearnim reakcijama.</i></li> </ul> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava primjenu radioaktivnosti u medicini i u metodi određivanja starosti. <i>Analizira i vrednuje učinke nuklearnih tehnologija na čovjeka i okoliš.</i></li> </ul>

ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p style="text-align: center;"><b>SŠ FIZ CD.4.7.</b></p> <p>Opisuje i primjenjuje osnovne ideje STR-a.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava postulate STR-a.</li> <li>• Opisuje dilataciju vremena.</li> <li>• Opisuje kontrakciju duljine.</li> <li>• Tumači načelo ekvivalencije mase i energije.</li> <li>• <i>Opisuje relativnost simultanosti.</i></li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> inercijski sustav, Galileijeva relativnost, brzina svjetlosti, prostorno- vremenski kontinuum <i>svjetlosni sat, energija mirovanja</i></p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje primjer Galileijeve relativnosti gibanja. Tumači postulate STR-a. Tumači načelo ekvivalencije mase i energije.</li> </ul> <p><i>Opisuje misaoni pokus koji demonstrira nepostojanje simultanosti za promatrače u relativnom gibanju.</i></p> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kvalitativno opisuje relativističku dilataciju vremena. Kvalitativno opisuje relativističko skraćivanje duljina.</li> </ul> <p><i>Opisuje princip rada svjetlosnog sata. Zaključuje o različitim očitanjima satova dvaju promatrača u različitim inercijskim sustavima.</i></p> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje ideju prostorno vremenskog kontinuum.</li> </ul> <p><i>Objašnjava razliku između ukupne energije, energije mirovanja i kinetičke energije.</i></p> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava eksperimentalne dokaze specijalne teorije relativnosti.</li> </ul> <p><i>Objašnjava primjere paradoksa.</i></p>
<p style="text-align: center;"><b>SŠ FIZ ABCD.4.8.</b></p> <p>Opisuje model nastanka i strukturu svemira.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje četiri fundamentalne sile.</li> <li>• Objašnjava nastanak i razvoj svemira.</li> <li>• <i>Opisuje osnovne elementarne čestice.</i></li> <li>• <i>Objašnjava evoluciju zvijezda.</i></li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> tamna tvar, tamna energija, termonuklearne reakcije, neutronska zvijezda, supernova, crna rupa, veliki prasak</p>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje četiri fundamentalne sile i primjere njihova djelovanja. Tumači glavne postavke teorije velikog praska. Opisuje sastav svemira. Opisuje strukturu Sunčeva sustava.</li> </ul> <p><i>Opisuje osnovne elementarne čestice.</i></p> <hr/> <p><b>DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava model nastanka Sunčeva sustava.</li> </ul> <p><i>Navodi glavne tipove zvijezda i uspoređuje njihove osnovne značajke.</i></p> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava argumente u prilog teoriji velikog praska (npr. pozadinsko zračenje, širenje svemira). Opisuje glavne procese i etape u životu Sunca.</li> </ul> <p><i>Objašnjava scenarije budućnosti svemira. Opisuje nastanak crnih rupa.</i></p> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava razvoj i strukturu različitih tipova zvijezda.</li> </ul> <p><i>Objašnjava podrijetlo i nastanak različitih elemenata u svemiru. Objašnjava kako je izmjeren svemir.</i></p>

## SŠ FIZ ABCD.4.9.

Rješava fizičke  
probleme.

**Napomena:**

Razine usvojenosti su  
okvirne i nije ih  
nužno ostvarivati pri  
svakom ishodu.

- Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.
- Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.
- Primjenjuje i interpretira različite reprezentacije fizičkih veličina.
- Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.
- Vrednuje postupak i rješenje.

**Ključni pojmovi:**

fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, pouzdane znamenke, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon, teorija

### ZADOVOLJAVAJUĆA

- Svojim riječima opisuje zadanu situaciju. Skicira fizičku situaciju. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje fizičke veličine. Veličinama pridružuje simbole. Prepoznaje traženu veličinu. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje fizički model koji opisuje zadanu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa traženu veličinu. Zapisuje rezultat simbolom, numeričkom vrijednošću i mjernom jedinicom. Kvalitativno zaključuje primjenjujući osnovne koncepte.

### DOBRA

- Simbolima označuje fizičke veličine na crtežu. Prikazuje situaciju grafičkim prikazom ili dijagramom. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Zaokružuje vrijednosti fizičkih veličina na pouzdane znamenke. Kvalitativno zaključuje povezujući manji broj osnovnih koncepata.

### VRLO DOBRA

- Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene te traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Kvalitativno zaključuje povezujući veći broj koncepata i/ili zahtjevnije koncepte.

### IZNIMNA

- Kritički se odnosi prema postavci problema. Predlaže vlastite probleme. Procjenjuje vrijednosti fizičkih veličina. U opisu situacije povezuje veći broj zakonitosti, pravila i relacija.

## SŠ FIZ ABCD.4.10.

Istražuje fizičke pojave:

- a)** izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja
- b)** sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija
- c)** izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).

**Napomena:**

Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.
- Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.

**Predloženi pokusi:**

1. Istražuje Youngove pruge interferencije.
2. Mjeri konstantu optičke rešetke.
3. Istražuje mikrovalove s pomoću pećnice.
4. Mjeri Brewsterov kut za staklo.
5. Mjeri zakret ravnine polarizacije u šećernoj otopini.
6. Istražuje fotoelektrični učinak s pomoću simulacije.
7. Istražuje radioaktivni raspad s pomoću kockica.
8. Istražuje alfa-raspad i beta-raspad s pomoću simulacije.
9. Istražuje efekt staklenika.
10. Istražuje koeficijent restitucije elastične optice.
11. Istražuje optičko razlučivanje.

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

- Postavlja istraživačko pitanje. Postavlja hipotezu. Objašnjava svoje pretpostavke. Odabire pribor i postavlja eksperiment. Skicira i objašnjava pokus. Izvodi pokus prema uputama. Objašnjava koje je varijable potrebno održavati stalnima, a koje mijenjati. Mjeri potrebne fizičke veličine. Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički. Interpretira rezultate mjerenja. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta. Računa srednju vrijednost i apsolutnu i relativnu pogrešku. Interpretira značenje zapisa mjerene veličine s pogreškom. Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje. Sastavlja izvješće. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**DOBRA**

- Samostalno izvodi eksperiment. Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju. Procjenjuje pogrešku mjerenja. Računa i tumači relativnu pogrešku. Objašnjava teorijsku podlogu. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Uspoređuje rezultate mjerenja s modelom. Vrednuje proceduru i rezultate mjerenja. Analizira odnose između varijabli. Izgrađuje argumente utemeljene na znanstvenim dokazima. Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.

**VRLO DOBRA**

- Oblikuje i provodi eksperiment. Predlaže postupke za unapređenje ili poboljšanje metode istraživanja. Objašnjava etičnost i sigurnost eksperimenta. Analizira doprinosima različitih pogrešaka u mjerenju. Provodi cjelokupan račun pogreške. Vrednuje rezultate i donosi zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje. Prepoznaje i analizira alternativna objašnjenja i modele. Koristi se dodatnom literaturom. Prezentira rezultate s pomoću IKT-a. Razmjenjuje informacije. Odabire odgovarajuće grafičke i tekstualne prikaze za predstavljanje rezultata istraživanja. Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.

**IZNIMNA**

- Samostalno postavlja istraživačko pitanje i iznosi hipoteze. Predlaže način testiranja hipoteze. Samostalno osmišljava odgovarajuće metode istraživanja koje uključuju rad na terenu i/ili laboratorijske pokuse. Objašnjava kako razmatra pouzdanost, sigurnost, objektivnost te etičnost u metodi istraživanja. Koristi digitalne tehnologije za poboljšanje kvalitete podataka. Koristi analizu podataka za donošenje i opravdavanje zaključaka. Pronalazi i diskutira alternativna objašnjenja i raspravlja o mogućim izvorima nepouzdanosti. Ocjenjuje tuđe metode i objašnjenja iz znanstvene perspektive. Procjenjuje valjanost i pouzdanost tvrdnji u izvorima informacija s obzirom na kvalitetu metodologije i navedene dokaze. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.



---

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje.

U četvrtom razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodima 1 i 3.

---

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obavezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.*

Mjerenje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.

Određivanje podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjere.

Domene: **A** – Struktura tvari, **B** – Međudjelovanje, **C** – Gibanje, **D** – Energija

---

PRILOG

2.

**Prikaz godišnjeg  
broja sati izvođenja  
nastavnog predmeta  
Fizike u osnovnoj školi  
i gimnazijama**

## Prikaz godišnjeg broja sati izvođenja nastavnog predmeta Fizika u osnovnoj školi

RAZRED	BROJ SATI
1. RAZRED	-
2. RAZRED	-
3. RAZRED	-
4. RAZRED	-
5. RAZRED	-
6. RAZRED	-
7. RAZRED	70
8. RAZRED	70

## Prikaz godišnjeg broja sati izvođenja nastavnog predmeta

	1. RAZRED	2. RAZRED	3. RAZRED	4. RAZRED
OPĆA	70	70	70	64
JEZIČNA	70	70	70**	64**
KLASIČNA	70	70	70	64
PRIRODOSLOVNA	105	105	105	96
PRIRODOSLOV- NO-	105	105	105	96

\*\* U jezičnoj gimnaziji u trećem i četvrtom razredu umjesto jednog predmeta iz prirodne skupine predmeta (fizike, kemije i biologije) mogu se birati prošireni programi stranih jezika ili III. strani jezik.

Plan je iskazan na osnovi 35 nastavnih tjedana u 1., 2. i 3. razredu te 32 nastavna tjedna u 4. razredu (NN 66/2019 (10.7.2019)).

