

MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

210

Na temelju članka 27. stavka 9. Zakona o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi (»Narodne novine«, broj: 87/08, 86/09, 92/10, 105/10 – ispravak, 90/11, 16/12, 86/12, 94/13, 152/14, 7/17 i 68/18) ministrica znanosti i obrazovanja donosi

ODLUKU

O DONOŠENJU KURIKULUMA ZA NASTAVNI PREDMET FIZIKE ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

I.

Ovom Odlukom donosi se kurikulum za nastavni predmet Fizika za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj.

II.

Sastavni dio ove Odluke je kurikulum nastavnog predmeta Fizika.

III.

Početak primjene ove Odluke stavlja se izvan snage:

– Nastavni plan i program za osnovnu školu koji se odnosi na predmet Fizika objavljen u »Narodnim novinama«, broj: 102/06,

– Nastavni plan i program za stjecanje školske spreme u programima opće, jezične, klasične i prirodoslovno-matematičke gimnazije koji se odnosi na predmet Fizika, a donesen je Odlukom o zajedničkom i izbornom dijelu programa za stjecanje srednje školske spreme u programima opće, jezične, klasične i prirodoslovno-matematičke gimnazije, klasa: 602-03/94-01-109, urbroj: 532-02-2/1-94-01, Zagreb, 2. ožujka 1994. (Glasnik Ministarstva kulture i prosvjete, 1994.),

– Nastavni plan i program prirodoslovne gimnazije koji se odnosi na predmet Fizika, a koji je donesen Odlukom o nastavnom planu i programu prirodoslovne gimnazije, klasa: UP/I-602-03/03-01/0115, urbroj: 532-02-02-01/2-03-2 od 2. prosinca 2003. godine.

IV.

Ova Odluka stupa na snagu prvoga dana od dana objave u »Narodnim novinama«, a primjenjuje se za učenike 7. razreda osnovne škole i 1. razreda gimnazije od školske godine 2019./2020., za učenike 8. razreda osnovne škole i učenike 2. i 3. razreda gimnazije od školske godine 2020./2021., a za učenike 4. razreda gimnazije od školske godine 2021./2022.

Klasa: 602-01/19-01/00026

Urbroj: 533-06-19-0029

Zagreb, 18. siječnja 2019.

Ministrica

prof. dr. sc. Blaženka Divjak, v. r.

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA FIZIKA ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE

A. SVRHA I OPIS PREDMETA

Fizika proučava energiju i materiju, međudjelovanja te gibanja u prostoru i vremenu. Naziv potječe od grčke riječi *physis* 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 tehnologijskih 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 prirodnoznanstvenom opismenjanju vrlo važna.

Prirodnoznanstveno 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.

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 prirodoslovnog pogleda na svijet i odgovornog odnosa prema prirodi te svijesti o utjecaju fizike na društvo i njegov održivi razvoj.

C. 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 međuvisnostima. 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 međuvisnosti 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.

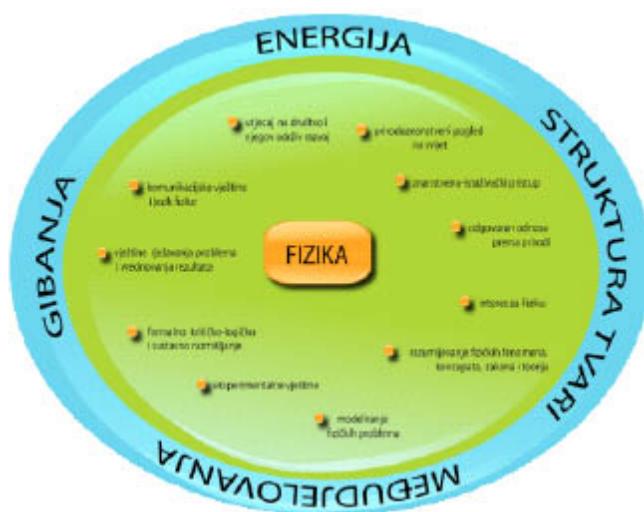
Gibanje (oznaka C)

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 koncepta 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

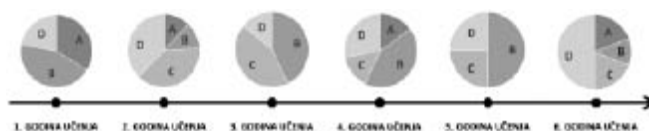
gibanje, povezuje s dinamičkim opisom. Kroz ovo istraživanje zaključuje da klasična mehanika precizno predviđa promjene gibanja makroskopskih objekata te da ovaj opis mora izmijeniti na subatomske ljestvici ili pri brzinama bliskim brzini svjetlosti. Ovo ga vodi u svijet kvantne fizike i svijet specijalne 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



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.

D. 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.

I. Osnovna škola

DVOGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 2×2 (2×70 SATI)

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.		
Struktura tvari		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ OŠ 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.	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: fizička veličina, duljina, površina i volumen, masa, gustoća.		
<p style="text-align: center;">Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> Gustoću treba povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima iz života (različite vrste drveta, različiti metali, različite kapljevine 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. Kad se govori o gustoći tvari, poželjno je da učenici gustoću povezuju sa svojstvom i specifičnosti za svaku tvar.		
Međudjelovanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ OŠ B.7.2. Analizira međudjelovanje tijela te primjenjuje koncept sile.	Analizira učinke međudjelovanja. Opisuje različite vrste sila. Određuje rezultantnu silu. Objašnjava silu težu i težinu. Povezuje produljenje opruge s težinom ovješene utega.	Određuje rezultantnu silu na pravcu (grafički i računski). Povezuje produljenje opruge s težinom ovješene utega. Opisuje elastičnu silu i svojstvo elastičnosti na primjerima.
FIZ OŠ 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.	Opisuje ovisnost sile trenja o vrsti dodirnih ploha i pritiskoj sili. Objašnjava načine na koje se trenje može povećati i smanjiti te navodi primjene.
FIZ OŠ 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...).	Tumači zakonitost ravnoteže poluge. Objašnjava primjene poluge. Opisuje težište ploče nepravilnog oblika. Razlikuje stabilno od nestabilnog tijela.
FIZ OŠ B.7.5. Analizira utjecaj tlaka.	Konstruira koncept tlaka. Kvalitativno objašnjava podrijetlo hidrostatičkog i atmosferskog tlaka. Analizira utjecaj tlaka na primjerima.	Navodi primjere tlakova iz svakodnevice.
Sadržaji: međudjelovanje, elastična sila, gravitacijska sila, sila teža, uzgon, pritiska sila, sila trenja, poluga, tlak, hidrostatički tlak, atmosferski tlak.		
<p style="text-align: center;">Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> 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 koliko silu treba upotrijebiti za podizanje nekog tereta ili za vuču. Preporuča se da učenici: <ul style="list-style-type: none"> • 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.		
Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda

FIZ OŠ D.7.6. Povezuje rad s energijom tijela i analizira pretvorbe energije.	Opisuje kinetičku i potencijalnu energiju. Povezuje rad i energiju. Analizira pretvorbe energije. Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjerima pretvorbe energije.	Objašnjava 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: energija (gravitacijska i elastična potencijalna, kinetička), rad, snaga, zakon očuvanja energije.		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>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.</p> <p>Preporuča se da učenici:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 		
Struktura tvari		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ OŠ 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.	Povezuje agregacijska stanja i svojstva tvari s međudjelovanjem čestica i njihovim gibanjem.
FIZ OŠ 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.	Tumači načelo rada alkoholnog termometra. Povezuje Celzijevu i Kelvinovu temperaturnu ljestvicu. Uspoređuje promjenu obujma različitih tvari s promjenom temperature.
Sadržaji: svojstva tijela, građa tvari, agregacijska stanja, toplinsko širenje tijela, temperatura i mjerne ljestvice.		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>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.</p> <p>Valja objasniti različite mjerne jedinice temperature i pretvorbe (Kelvinova i Celzijeva ljestvica).</p> <p>Dobro je da učenici:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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). <p>Prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima koje što češće izvode upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.</p>		
Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ OŠ D.7.9. Povezuje promjenu unutarnje energije i toplinu.	Primjenjuje koncepte unutarnje energije, topline i temperature. Objašnjava načine promjene unutarnje energije topline (zračenje, strujanje i vođenje). Analizira promjenu unutarnje energije.	Opisuje toplinske ravnoteže. Objašnjava načine promjene unutarnje energije topline u tekućini i plinu. Objašnjava značenje specifičnog toplinskog kapaciteta. Povezuje temperaturu tijela s kinetičkom energijom molekula.
Sadržaji: unutarnja energija, toplina, rad, specifični toplinski kapacitet tvari, prijenos topline.		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>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.</p> <p>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.</p>		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda

FIZ OŠ A.7.10. FIZ OŠ B.7.10. FIZ OŠ C.7.10. FIZ OŠ D.7.10. Istražuje fizičke pojave.	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.	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: hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.		
<div>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</div> <p>Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:</p> <p>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja</p> <p>b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija</p> <p>c) <i>izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).</i></p> <p>Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.</p> <p>Prijedlozi učeničkih projekata:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Prijedlozi učeničkih eksperimentalnih istraživanja:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.</p>		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda

FIZ OŠ A.7.11. FIZ OŠ B.7.11. FIZ OŠ C.7.11. FIZ OŠ D.7.11. Rješava fizičke probleme.	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.	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: fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, zaključak.		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>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 molekula, potencijalnu energiju s položajem i slično.</p> <p>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. <i>Učenje i poučavanje.</i></p> <p>Zadatke veće složenosti treba primjenjivati (samo u nekim ishodima) kao poticaj darovitim učenicima.</p>		

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.		
Međudjelovanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ OŠ B.8.1. Povezuje razdvajanja električnog naboja s električnom strujom i naponom.	Opisuje međudjelovanje električnih naboja. Objašnjava električnu struju u metalima i elektrolitima. Opisuje razdvajanje električnih naboja u bateriji. Opisuje elektromagnetske indukcije.	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: električni naboj, električna sila, električna struja, električni napon, elektromagnetska indukcija.		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Gdje god je moguće električnu struju valja povezati sa stvarnim situacijama (baterije, mobiteli, strujni krug u kućanstvu i slično) i učenicovim iskustvima jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.</p> <p>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.</p>		
Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ OŠ D.8.2. Analizira učinke električne struje i magnetizam.	Analizira učinke električne struje u jednostavnom strujnom krugu. Opisuje magnetsko djelovanje električne struje.	Opisuje magnetski učinak električne struje. Objašnjava načelo rada elektromagneta. Opisuje načelo rada kompasa.
FIZ OŠ D.8.3. Analizira električnu struju i napon te primjenjuje koncepte rada i snage.	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.	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: električni strujni krug (jednostavni, serijski spoj trošila i paralelan spoj trošila), električni napon, električna struja, učinci električne struje, magnet, magnetska sila, električna energija.		

<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>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.</p> <p>Opisati magnetsko polje Zemlje.</p> <p>Raspraviti održavanje svojstva trajnih magneta.</p> <p>Spajati električni strujni krug sa serijskim i paralelnim spojem trošila.</p> <p>Može se analizirati potrošnja električne energije u kućanstvu te istražiti promjenu potrošnje električne energije po danima u tjednu i u različito doba dana.</p> <p>Preporuča se koristiti trošila različite snage u serijskom spoju te mjeriti napone na trošilima.</p> <p>Darovitim učenicima se može zadati analiza električne struje i električnog napona u mješovitom spoju trošila.</p>		
Struktura tvari		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
<p>FIZ OŠ A.8.4.</p> <p>Objašnjava električni otpor vodiča.</p>	<p>Razlikuje električne izolatore i vodiče.</p> <p>Analizira električni otpor trošila.</p> <p>Objašnjava zašto vodič pruža otpor pri protjecanju električne struje.</p> <p>Objašnjava Ohmov zakon.</p>	<p>Analizira električni otpor trošila.</p> <p>Analizira grafički prikaz ovisnosti električne struje o električnom naponu za otpornik.</p> <p>Objašnjava Ohmov zakon.</p>
<p>Sadržaji:</p> <p>električni otpor trošila, ovisnost električne struje o električnom naponu, Ohmov zakon.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>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.</p> <p>Preporuča se istaknuti da je električni otpor svojstvo tvari, slično kao gustoća i specifični toplinski kapacitet.</p> <p>Posebno je važno objasniti opasnost i zaštitu od strujnog udara te navesti primjere iz svakodnevnog života.</p>		
Gibanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
<p>FIZ OŠ C.8.5.</p> <p>Analizira gibanje tijela po pravcu.</p>	<p>Analizira jednoliko i nejednoliko gibanje.</p> <p>Određuje srednju brzinu tijela.</p> <p>Grafički i tablično prikazuje vremensku ovisnost puta i brzine.</p>	<p>Iz točkastih dijagrama gibanja izrađuje tablične prikaze.</p> <p>Dopunjava i preračunava tablice gibanja.</p> <p>Grafički prikazuje ovisnost brzine o vremenu.</p> <p>Razlikuje stalnu brzinu jednolikoga gibanja i srednju brzinu nejednolikoga gibanja.</p>
<p>FIZ OŠ C.8.6.</p> <p>Analizira povezanost promjene brzine, sile i mase tijela.</p>	<p>Povezuje promjenu brzine i akceleraciju.</p> <p>Povezuje promjenu brzine tijela s njegovom masom i rezultatnom silom.</p> <p>Opisuje svojstvo tromosti tijela.</p>	<p>Analizira akceleraciju tijela.</p> <p>Opisuje jednoliko ubrzano gibanje.</p> <p>Grafički prikazuje ovisnost brzine o vremenu.</p> <p>Povezuje tromost tijela i masu.</p> <p>Objašnjava slobodni pad.</p>
<p>Sadržaji:</p> <p>jednoliko i nejednoliko gibanje, brzina, akceleracija, tromost tijela.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>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.</p> <p>Posebnu pozornost posvetiti razumijevanju grafičkih prikaza.</p> <p>Analizirati gibanje korištenjem digitalnih alata (Tracker, Micro Bit i slično).</p>		
Gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
<p>FIZ OŠ C.8.7.</p> <p>FIZ OŠ D.8.7.</p> <p>Povezuje pojavu titranja i prijenos energije valom.</p>	<p>Objašnjava nastanak i vrste valova.</p> <p>Opisuje val.</p> <p>Kvalitativno opisuje odbijanje vala.</p> <p>Objašnjava zvuk.</p> <p>Objašnjava prijenos energije valom.</p>	<p>Opisuje period, brzinu i frekvenciju vala.</p> <p>Opisuje nastajanje zvuka u različitim sredstvima.</p> <p><i>Opisuje zagađenje bukom (izborno).</i></p>
<p>FIZ OŠ C.8.8.</p> <p>FIZ OŠ D.8.8.</p> <p>Analizira rasprostiranje i odbijanje svjetlosti te nastanak slike u zrcalu.</p>	<p>Analizira rasprostiranje svjetlosti.</p> <p>Objašnjava odbijanje svjetlosti.</p> <p>Analizira nastanak slike predmeta nastale odbijanjem svjetlosti od ravnog i sfernog zrcala.</p>	<p>Objašnjava odbijanje svjetlosti od glatkih i hrapavih ploha.</p> <p>Konstruira sliku predmeta nastalu odbijanjem svjetlosti od ravnog zrcala.</p> <p>Opisuje sliku predmeta nastalu odbijanjem svjetlosti od sfernog zrcala.</p> <p>Opisuje primjene ravnog zrcala.</p>

FIZ OŠ C.8.9. FIZ OŠ D.8.9. Analizira lom i odbijanje svjetlosti na granici dvaju optičkih sredstava.	Objašnjava lom svjetlosti. Analizira sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u leći. Objašnjava razlaganje svjetlosti na boje. Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.	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: nastanak i vrste valova, opis vala, zvuk, rasprostiranje svjetlost, odbijanje i lom svjetlosti, konstrukcija i opis slike predmeta nastale odbijanjem svjetlosti od zrcala, konstrukcija i opis slike predmeta nastale lomom svjetlosti u leći.		
Preporuka 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.		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ OŠ A.8.10. FIZ OŠ B.8.10. FIZ OŠ C.8.10. FIZ OŠ D.8.10. Istražuje fizičke pojave.	Istražuje pojavu u prirodi. Istražuje pojavu izводеći učenički pokus. Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa. Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije. Istražuje pojavu izводеći učenički projekt.	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: hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.		

Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvođeći (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) *izvođeći (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.

Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija

Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ OŠ A.8.11. FIZ OŠ B.8.11. FIZ OŠ C.8.11. FIZ OŠ D.8.11. Rješava fizičke probleme.	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.	Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje matematički model (vezu među veličinama iskazuje formulom). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje.

Sadržaji:

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

Preporuka 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.

II. 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« dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda, a koji su opisani na kraju razreda.		
Gibanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.1.1. Analizira pravocrtna gibanja.	Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje. Opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje.	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: put i pomak, brzina, akceleracija, grafičko prikazivanje gibanja, jednoliko pravocrtno gibanje, jednoliko ubrzano pravocrtno gibanje.		
Preporuka 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, brzinu kao površinu u $a-t$ grafičkom prikazu jednoliko ubranoga gibanja. 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).		
Međudjelovanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ B.1.2. Primjenjuje I. Newtonov zakon.	Opisuje međudjelovanja tijela i vrste sila. Tumači pokuse i primjere pomoću I. Newtonovog zakona. Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja.	Tumači značenje inercijskog sustava. Navodi primjere realnih gibanja koja se mogu modelirati kao jednolika pravocrtna gibanja i povezuje ih s I. Newtonovim zakonom.
FIZ SŠ B.1.3. Primjenjuje II. Newtonov zakon.	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. <i>Istražuje i opisuje horizontalni hitac (izborni).</i>	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.
FIZ SŠ B.1.4. Primjenjuje III. Newtonov zakon i zakon očuvanja količine gibanja.	Analizira primjere pomoću III. Newtonovog zakona. Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja. Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.	Određuje u primjerima odgovarajuće parove sila prema III. Newtonovu zakonu. Na primjerima povezuje impuls sile i promjenu količine gibanja tijela.
Sadržaji: Newtonovi zakoni, elastični i neelastični sudar, inercijski sustav, zakon očuvanja količine gibanja, sastavljanje i rastavljanje sila, sila reakcije podloge, elastična sila, sila napetosti niti, slobodni pad, horizontalni i vertikalni hitac.		
Preporuka 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.		
Energija		

Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ D.1.5. Primjenjuje zakon očuvanja energije.	Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu, potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju. Tumači i primjenjuje rad, snagu i korisnost. Primjenjuje zakon očuvanja energije.	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 rada i energije.
Sadržaji: 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.		
Preporuka 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.		
Gibanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.1.6. Analizira kružno gibanje.	Analizira kružno gibanje kao jednoliko ubrzano gibanje. Objašnjava i primjenjuje centripetalnu silu i centripetalnu akceleraciju. Primjenjuje Newtonove zakone na primjeru kruznoga gibanja.	Objašnjava uzrok centripetalne akceleracije. Objašnjava centripetalnu silu. Prepoznaje u primjerima kruznoga gibanja sile koje imaju ulogu centripetalne sile.
FIZ SŠ C.1.7. Opisuje zakon gravitacije i analizira gibanje Zemlje i nebeskih tijela.	Opisuje tijela u svemiru (zvijezde, planete, galaksije, jata galaksija) i njihova gibanja. Primjenjuje Newtonov zakon gravitacije. <i>Analizira gibanja satelita (izborni).</i>	Kvalitativno zaključuje o gibanju tijela na temelju Newtonova zakona gravitacije. Tumači gibanje satelita. <i>Tumači Keplerove zakone (izborni).</i> <i>Tumači izraz za prvu kozmičku brzinu (izborni).</i>
Sadržaji: jednoliko kružno gibanje, centripetalna akceleracija i sila, Keplerovi zakoni, sila teža i opći zakon gravitacije, primjeri gibanja pod utjecajem gravitacijske sile.		
Preporuka 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).		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.1.8. FIZ SŠ B.1.8. FIZ SŠ C.1.8. FIZ SŠ D.1.8. Rješava fizičke probleme.	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.	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: fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon, zaključak.		
Preporuka 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 <i>Učenje i poučavanje</i> . Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		

Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.1.9. FIZ SŠ B.1.9. FIZ SŠ C.1.9. FIZ SŠ D.1.9. Istražuje fizičke pojave.	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.	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: hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabla, zaključak.		
<p style="text-align: center;">Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:</p> <p>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja</p> <p>b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija</p> <p>c) <i>izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).</i></p> <p>Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.</p> <p>Prijedlog učeničkih eksperimentalnih pokusa:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.</p>		

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, a koji su opisani na kraju razreda.		
Međudjelovanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ B.2.1. Primjenjuje zakone statike fluida.	Objašnjava sile u fluidima, pritisku silu i tlak. Objašnjava načelo hidrauličkog tijeska. Objašnjava nastanak hidrostatskog i atmosferskog tlaka. Objašnjava ravnotežu tijela uronjenog u fluid. Primjenjuje silu uzgona. Primjenjuje zakone statike fluida na primjerima.	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: tlak, hidrostatski tlak, vanjski tlak na fluid, sila uzgona, atmosferski tlak.		

<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Dobro je tlak i uzgon povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima poput utjecaja hidrostatskog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.</p> <p>Objasniti različite mjerne jedinice tlaka koje su češće u uporabi (tlak zraka, tlak krvi i slično).</p> <p>Potrebno je istaknuti opasnost dekompresijske bolesti pri ronjenju te povezati s barokomorom.</p> <p>U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke srednje i veće složenosti.</p>		
Struktura tvari		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.2.2. Primjenjuje model čestične građe tvari.	<p>Objašnjava strukturu tvari.</p> <p>Objašnjava Brownovo gibanje i difuziju.</p> <p>Objašnjava četiri agregacijska stanja tvari i međumolekulske djelovanje.</p> <p>Objašnjava toplinsko širenje tijela i primjene.</p>	<p>Tumači Brownovo gibanje.</p> <p>Objašnjava toplinsko širenje tvari s pomoću čestično-kinetičkog modela.</p> <p>Povezuje koeficijente linearnog i volumnog širenja tijela.</p>
<p>Sadržaji:</p> <p>agregacijska stanja tvari i međudjelovanje molekula, unutarnja energija, molekulske-kinetički model građe tvari, termičko rastezanje čvrstih tijela, tekućina i plinova.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim pokusima (npr. difuzija).</p> <p>Dobro je pokazati Brownovo gibanje na primjeru čestice peluda na površini vode.</p> <p>Moguće je prikazati računalne simulacije koje prikazuju čestično-kinetički model u različitim agregacijskim stanjima.</p>		
Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ D.2.3. Analizira i primjenjuje zakone idealnog plina i molekulske-kinetički model plina.	<p>Analizira izohornu, izobarnu i izotermnu promjenu stanja idealnog plina.</p> <p>Primjenjuje molekulske-kinetičku teoriju plinova i model idealnog plina.</p>	<p>Matematički i grafički opisuje promjene stanja idealnog plina.</p> <p>Tumači jednačbu stanja idealnog plina.</p> <p>Objašnjava apsolutnu nulu temperature s pomoću p-t ili V-t grafičkog prikaza.</p> <p>Tumači značenje temperature s pomoću molekulske-kinetičke teorije.</p>
FIZ SŠ D.2.4. Analizira termodinamičke procese i sustave.	<p>Analizira termodinamičke sustave i procese.</p> <p>Objašnjava promjenu unutarnje energije toplinom i radom.</p> <p>Primjenjuje I. i II. zakon termodinamike.</p> <p>Objašnjava rad toplinskih strojeva i analizira njegovu korisnost.</p>	<p>Povezuje toplinu i rad s promjenom unutarnje energije na primjerima.</p> <p>Grafički prikazuje ovisnost termodinamičkih veličina u kružnom procesu.</p> <p>Primjenjuje Richmannovo pravilo.</p> <p>Objašnjava latentnu toplinu taljenja i isparavanja.</p> <p>Objašnjava graf ovisnosti temperature tijela o dovedenoj toplini za promjene stanja od čvrstog do plinovitog.</p>
<p>Sadržaji:</p> <p>zakoni za idealni plin, jednačba stanja idealnog plina, molekularno-kinetička teorija plinova, promjena unutarnje energije izmjenom topline i radom, toplinski kapacitet i specifični toplinski kapacitet, načini prijenosa topline, Richmannovo pravilo, rad plina pri izobornoj promjeni, zakoni termodinamike, adijabatski proces, kružni procesi, toplinski strojevi, korisnost toplinskog stroja,</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Objasniti načelo rada toplinskog stroja na primjerima iz svakodnevnog života (rashladni uređaji i toplinske dizalice) te <i>perpetuum mobile</i>.</p> <p>Korisnost plinskog stroja objasniti na primjerima.</p> <p>Posebno istaknuti utjecaj toplinskih strojeva na onečišćenje okoliša i učinak staklenika kao posljedicu.</p> <p>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.</p>		
Međudjelovanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ B.2.5. Objašnjava elektrostatske pojave, primjenjuje koncepte i zakone elektrostatike.	<p>Objašnjava elektriziranje tijela.</p> <p>Primjenjuje Coulombov zakon.</p> <p>Primjenjuje zakon očuvanja naboja.</p>	<p>Uspoređuje električki nabijena i neutralna tijela.</p> <p>Crta shematske prikaze raspodjele naboja i međudjelovanja na primjerima.</p> <p>Objašnjava nastanak munje.</p>
FIZ SŠ B.2.6. Opisuje električno polje.	<p>Opisuje električno polje.</p> <p>Objašnjava električnu potencijalnu energiju i primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju.</p> <p>Primjenjuje koncept električnog napona i električnog potencijala.</p> <p>Analizira gibanje naboja u električnom polju.</p> <p>Objašnjava električni kapacitet i opisuje kondenzator.</p>	<p>Opisuje promjenu potencijalne energije pri pomicanju naboja u električnom polju.</p> <p>Opisuje električni kapacitet.</p>

<p>Sadržaji</p> <p>električni naboj, Coulombov zakon, električna permitivnost, električno polje (točkasti naboj, nabijena metalna kugla, nabijene ravne ploče, dvije paralelne suprotno nabijene ploče), kapacitet kondenzatora, električna potencijalna energija, električni potencijal i napon, električna potencijalna energija pločastog kondenzatora, gibanje nabijene čestice u električnom polju.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>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.</p> <p>Objasniti elektronvolt kao mjernu jedinicu.</p> <p>Objasniti prirodne pojave statičkog elektriciteta poput munje, elektriziranja kose ili odjeće i slično.</p> <p>Preporuča se korištenje računalnih simulacija.</p> <p>U ovim odgojno-obrazovnim ishodima preporuča se koristiti zadatke niske i srednje složenosti.</p>		
Gibanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
<p>FIZ SŠ C.2.7.</p> <p>Primjenjuje zakone elektrodinamike u električnom strujnom krugu.</p>	<p>Objašnjava model vođenja električne struje.</p> <p>Tumači Ohmov zakon za dio i za cijeli električni strujni krug.</p> <p>Objašnjava rad i snagu u električnom strujnom krugu.</p> <p>Analizira električni strujni krug.</p> <p>Objašnjava opasnosti i načine zaštite od električnog strujnog udara.</p>	<p>Objašnjava električni otpor.</p> <p>Tumači izraz za električni otpor vodiča.</p> <p>Objašnjava električnu otpornost kao svojstvo materijala.</p> <p>Primjenjuje Ohmov zakon na paralelni i serijski spoj otpornika u električnom strujnom krugu.</p> <p>Objašnjava pretvorbe energije u vodiču pri prolasku električne struje.</p> <p>Uspoređuje tipične snage električnih uređaja u svakodnevnoj upotrebi.</p>
<p>Sadržaji:</p> <p>slobodni elektroni u metalu, električna struja, električni otpor, Ohmov zakon, spajanje otpornika, napon izvora i unutarnji otpor izvora, rad u električnom strujnom krugu, snaga električne struje.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Može se primijeniti Ohmov zakon na mješoviti spoj otpornika u strujnom krugu te odrediti snagu otpornika.</p> <p>Objasniti načelo rada električnog osigurača i drugih isklonih jedinica.</p> <p>U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke srednje i veće složenosti.</p>		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
<p>FIZ SŠ A.2.8.</p> <p>FIZ SŠ B.2.8.</p> <p>FIZ SŠ C.2.8.</p> <p>FIZ SŠ D.2.8.</p> <p>Rješava fizičke probleme.</p>	<p>Vizualizira problemske situacije.</p> <p>Identificira ciljeve rješavanja problema.</p> <p>Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela.</p> <p>Konstruira plan rješavanja problema.</p> <p>Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.</p> <p>Vrednuje fizičke situacije.</p> <p>Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.</p> <p>Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.</p> <p>Vrednuje postupak i rezultat.</p>	<p>Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.</p> <p>Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.</p> <p>Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.</p> <p>Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje</p>
<p>Sadržaji:</p> <p>fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon, zaključak.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske i srednje složenosti koji su opisani u poglavlju <i>Učenje i poučavanje</i>.</p> <p>Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.</p>		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda

FIZ SŠ A.2.9. FIZ SŠ B.2.9. FIZ SŠ C.2.9. FIZ SŠ D.2.9. Istražuje fizičke pojave.	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.	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: hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.		
<p style="text-align: center;">Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:</p> <p>a) izvedeći (samostalno, u paru ili u skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja</p> <p>b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija</p> <p>c) <i>izvedeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).</i></p> <p>Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.</p> <p>Prijedlog učeničkih eksperimentalnih pokusa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.</p>		

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.		
<p style="text-align: center;">Međudjelovanje</p>		
<p style="text-align: center;">Odgojno-obrazovni ishodi</p>	<p style="text-align: center;">Razrada ishoda</p>	<p style="text-align: center;">Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda</p>
FIZ SŠ B.3.1. Opisuje svojstva magneta i analizira vezu između električne struje i magnetizma.	Opisuje svojstva magneta i magnetsko polje. Opisuje magnetski tok i magnetsku indukciju. Povezuje nastanak magnetskog polja s gibanjem naboja. Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete.	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.
FIZ SŠ B.3.2. Analizira magnetsko međudjelovanje i objašnjava primjene.	Opisuje međudjelovanje magneta. Povezuje Amperovu i Lorentzovu silu. Analizira gibanje naboja u magnetskom polju. Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima prolazi električna struja.	Objašnjava putanju nabijene čestice u magnetskom polju. Objašnjava primjenu Amperove sile.

FIZ SŠ B.3.3. Analizira elektromagnetsku indukciju i primjene.	Primjenjuje Faradayev zakon. Analizira primjene elektromagnetske indukcije. Uspoređuje svojstva istosmjerne i izmjenične električne struje.	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: magnetsko polje magneta, magnetska indukcija i magnetski tok, magnetsko polje povezano s električnom strujom, Ampereova sila, Lorentzova sila, gibanje nabijene čestice u magnetskom polju, magnetska sila između dvaju paralelnih vodiča, elektromagnetska indukcija, Faradayev zakon, Lenzovo pravilo, međui indukcija i samoindukcija, načelo rada električnog generatora i izmjenična električna struja, električni transformator.		
Preporuka 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 hidroelektrarnu ili termoelektrarnu kao 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.		
Gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.3.4. FIZ SŠ D.3.4. Analizira harmonijsko titranje.	Opisuje harmonijsko titranje. Analizira titranje matematičkog njihala i tijela na opruzi. Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator. <i>Povezuje harmonijsko titranje i jednoliko gibanje po kružnici (izborni).</i>	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.
FIZ SŠ C.3.5. FIZ SŠ D.3.5. Objašnjava nastanak vala i analizira valna svojstva.	Opisuje nastanak vala. Opisuje zakon odbijanja vala na čvrstom i slobodnom kraju. Opisuje lom vala. Objasni gibanje vala i interferenciju.	Objasni gibanje 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.
FIZ SŠ C.3.6. FIZ SŠ D.3.6. Analizira valna svojstva zvuka.	Opisuje nastanak zvučnog vala. Objasni gibanje vala. Skicira stojni val u glazbenim instrumentima. <i>Objasni gibanje Dopplerov učinak. (izborni).</i> <i>Opisuje zvučno zagađenje (izborni).</i>	Opisuje nastanak stojnog vala. Skicira modove stojnog vala na žici i u cijevi. Objasni pojavu rezonancije na primjerima različitih glazbenih instrumenata. <i>Objasni gibanje Dopplerov učinak crtanjem valnih fronta na primjerima relativnog gibanja izvora zvuka u odnosu na opažača (izborni).</i> <i>Definira prag čujnosti, mjernu jedinicu decibel te navodi izvore zvučnog zagađenja (izborni).</i>
FIZ SŠ C.3.7. FIZ SŠ D.3.7. Primjenjuje zakone geometrijske optike (izborni).	<i>Primjenjuje zakon odbijanja svjetlosti od zrcala.</i> <i>Primjenjuje Snellov zakon.</i> <i>Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.</i> <i>Konstruira sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u leći.</i> <i>Opisuje razlaganje svjetlosti.</i> <i>Opisuje nastanak slike nastale lomom svjetlosti u optičkim instrumentima: mikroskopu, teleskopu i oku.</i>	<i>Crtežom i matematičkim izrazom opisuje lom zrake svjetlosti na granici dvaju optički različitih sredstava.</i> <i>Povezuje brzinu širenja svjetlosti u tvari s indeksom loma.</i> <i>Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti te primjene (svjetlovod, optički kabel).</i> <i>Crta i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u rastresnoj leći.</i> <i>Kvalitativno opisuje principe rada i uporabu optičkih pomagala poput povećala i naočala.</i>
Sadržaji: 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 jakosti zvuka, Dopplerov učinak, zakoni geometrijske optike (općenito), lom svjetlosti, potpuno odbijanje ili totalna refleksija, raspršenje ili disperzija svjetlosti pomoću prizme, <i>sabirne i rastresne leće (izborni).</i>		

Preporuka 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.

Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija

Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.3.8. FIZ SŠ B.3.8. FIZ SŠ C.3.8. FIZ SŠ D.3.8. Rješava fizičke probleme.	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.	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:

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

Preporuka 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 srednje i veće složenosti treba primjenjivati kao poticaj darovitim učenicima.

Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija

Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.3.9. FIZ SŠ B.3.9. FIZ SŠ C.3.9. FIZ SŠ D.3.9. Istražuje fizičke pojave.	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.	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:

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) izvođeći (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) *izvođeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).*

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 obvezatan.

Odgojno-obrazovni ishodi naziva »istražuje fizičke pojave« i »rješava fizičke probleme« dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda koji su opisani na kraju razreda.

Gibanje i energija

Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.4.1. FIZ SŠ D.4.1. Analizira valnu prirodu svjetlosti.	Opisuje svjetlost kao val. Analizira ogib i interferenciju svjetlosti. Opisuje raspršenje i polarizaciju svjetlosti.	Objašnjava Youngov pokus. Opisuje pojavu polarizacije i interferencije svjetlosti i primjene u tehnologiji.
FIZ SŠ C.4.2. FIZ SŠ D.4.2. Objašnjava nastanak, svojstva i primjene elektromagnetskih valova.	Analizira elektromagnetske valove. Opisuje izvore elektromagnetskog zračenja. Opisuje energijski spektar elektromagnetskog zračenja. Objašnjava vrste elektromagnetskog zračenja i primjene.	Objašnjava razliku između elektromagnetskog i mehaničkog vala. Opisuje svojstva elektromagnetskih valova (valnu duljinu i frekvenciju) te njihovu primjenu.

Sadržaji:

interferencija svjetlosti, koherentnost izvora svjetlosti, ogib svjetlosti, optička rešetka, *polarizacija svjetlosti (izborni)*, nastajanje i rasprostiranje elektromagnetskih valova, vrste elektromagnetskih valova – elektromagnetski spektar.

Preporuka 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 Zemljinoj 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.

Struktura tvari, energija

Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.4.3. FIZ SŠ D.4.3. Analizira valno-čestičnu prirodu svjetlosti i tvari.	Matematički opisuje i analizira fotoelektrični učinak. Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja. Opisuje de Broglievu hipotezu i difrakciju elektrona. Interpretira valnu funkciju. <i>Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti (izborni).</i>	Kvalitativno i matematički opisuje fotoelektrični učinak. Objašnjava princip rada fotoelektrične ćelije.

FIZ SŠ A.4.4. FIZ SŠ D.4.4. Analizira modele atoma i energijske spektre.	Analizira Rutherfordov model atoma. Analizira emisijske i apsorpcijske spektre. Analizira Bohrov model atoma. Opisuje kvantno-mehanički model atoma. <i>Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser) (izborna).</i>	Opisuje Rutherfordov eksperiment. Uspoređuje Rutherfordov i Bohrov model. <i>Opisuje glavne značajke lasera i navodi važne primjene (izborna).</i>
FIZ SŠ A.4.5. FIZ SŠ D.4.5. Objašnjava model atomske jezgre i nuklearne reakcije.	Opisuje građu atomske jezgre. Opisuje svojstva jake sile. Objašnjava nuklearne reakcije. Primjenjuje koncept defekta mase. Objašnjava procese nuklearne fisije i fuzije.	Objašnjava koncept defekta mase na primjerima. Objašnjava načela dobivanja energije iz nuklearnih reakcija (fisija i fuzija).
Sadržaji: 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 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.		
Međudjelovanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ B.4.6. FIZ SŠ D.4.6. Analizira radioaktivne raspade i opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme.	Opisuje svojstva radioaktivnih zračenja te analizira njihove primjene i učinke na žive organizme. Analizira i primjenjuje zakon radioaktivnog raspada. <i>Opisuje načine detekcije ionizirajućeg zračenja (izborna).</i>	Grafički opisuje zakon radioaktivnog raspada. Opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme. <i>Opisuje načine detekcije zračenja (izborna).</i>
Sadržaji: radioaktivnost, radioaktivni raspad, detekcija ionizirajućeg zračenja, djelovanje ionizirajućeg zračenja na čovjeka.		
Preporuka 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.		
Gibanje, Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.4.7. FIZ SŠ D.4.7. Opisuje i primjenjuje osnovne ideje specijalne teorije relativnosti (STR).	Objašnjava postulate STR-a. Opisuje dilataciju vremena. Opisuje kontrakciju duljine. Tumači načelo ekvivalencije mase i energije. <i>Opisuje relativnost istodobnosti (izborna).</i>	Kvalitativno opisuje relativističku dilataciju vremena. Kvalitativno opisuje relativističko skraćivanje duljina. <i>Opisuje princip rada svjetlosnog sata (izborna).</i> <i>Zaključuje o različitim očitanjima satova dvaju promatrača u različitim inercijskim sustavima (izborna).</i>
Sadržaji: Galilejeva relativnost, Einsteinova relativnost, relativnost istodobnosti, relativističko skraćivanje duljina, <i>relativistička energija i energija mirovanja čestice (izborna).</i>		
Preporuka 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.		
Međudjelovanje, Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Odgojno-obrazovni ishodi	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ B.4.8. FIZ SŠ D.4.8. Opisuje model nastanka i strukturu svemira.	Opisuje četiri fundamentalne sile. Objašnjava nastanak i razvoj svemira. <i>Opisuje osnovne elementarne čestice (izborna).</i> <i>Objašnjava evoluciju zvijezda (izborna).</i>	Objašnjava model nastanka Sunčeva sustava. <i>Navodi glavne tipove zvijezda i uspoređuje njihove osnovne značajke (izborna).</i>
Sadržaji: elementarne čestice, fundamentalne sile, teorija velikog praska i nuklearno porijeklo elemenata, tamna tvar, tamna energija, razvoj zvijezda.		

Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda		
<p>Opisati sudarivače čestica.</p> <p>Opisati nastanak i razvoj svemira te eksperimentalne dokaze velikog praska.</p> <p>Mogu se opisati i sudari neutronske zvijezde – kilonova (nastanak zlata i srebra u svemiru i povezati s gravitacijskim valovima).</p> <p>Kod ovog je ishoda moguće primjenjivati i snimljene pokuse ili računalne simulacije.</p> <p>Preporuča se posjetiti znanstvene institute i sveučilišta.</p>		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.4.9. FIZ SŠ B.4.9. FIZ SŠ C.4.9. FIZ SŠ D.4.9. Rješava fizičke probleme.	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.	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: fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, pouzdanost znamenke, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, teorija.		
Preporuka 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 <i>Učenje i poučavanje</i> . Zadatke srednje složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ ABCD.4.10. FIZ SŠ ABCD.4.10. FIZ SŠ ABCD.4.10. FIZ SŠ ABCD.4.10. Istražuje fizičke pojave.	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.	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: 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) <i>izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni)</i> . 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 obvezatan. Odgojno-obrazovni ishodi naziva »istražuje fizičke pojave« i »rješava fizičke probleme« dio su svih odgojno-obrazovnih ishoda, a opisani su na kraju razreda.		
Gibanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.1.1. Analizira pravocrtna gibanja.	Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje. Opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje.	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: put i pomak, brzina, akceleracija, grafičko prikazivanje gibanja, jednoliko pravocrtno gibanje, jednoliko ubrzano pravocrtno gibanje.		
Preporuka 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 ubrzanog 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, brzinu kao površinu u $a-t$ grafičkom prikazu jednoliko ubrzanoga gibanja. Primjenjivati algebarski izraz za brzinu pri jednoliko ubrzanom gibanju, ovisnost brzine o putu tijekom jednoliko ubrzanoga 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).		
Međudjelovanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ B.1.2. Primjenjuje I. Newtonov zakon.	Opisuje međudjelovanja tijela i vrste sila. Tumači pokuse i primjere pomoću I. Newtonovog zakona. Objasňuje relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja.	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.
FIZ SŠ B.1.3. Primjenjuje II. Newtonov zakon.	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.	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.
FIZ SŠ B.1.4. Primjenjuje III. Newtonov zakon i zakon očuvanja količine gibanja.	Analizira primjere pomoću III. Newtonovog zakona. Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja. Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.	Određuje u primjerima odgovarajuće parove sila prema III. Newtonovu zakonu. Na primjerima povezuje impuls sile i promjenu količine gibanja tijela.
Sadržaji: 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.		
Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Newtonove zakone povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima iz života (hodanje, 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-obrazovnom ishodu FIZ SŠ B.1.4. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.		
Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda

FIZ SŠ D.1.5. Primjenjuje zakon očuvanja energije.	Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju. Tumači i primjenjuje rad, snagu i korisnost. Primjenjuje zakon očuvanja energije.	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 rada i energije.
Sadržaji: 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.		
Preporuka 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.		
Gibanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.1.6. Analizira kružno gibanje.	Analizira kružno gibanje kao jednoliko ubrzano gibanje. Objašnjava i primjenjuje centripetalnu silu i centripetalnu akceleraciju. Primjenjuje Newtonove zakone na primjeru kružnoga gibanja.	Objašnjava uzrok centripetalne akceleracije. Objašnjava centripetalnu silu. U primjerima kružnoga gibanja prepoznaje sile koje imaju ulogu centripetalne sile.
FIZ SŠ C.1.7. Primjenjuje zakon gravitacije i analizira gibanje Zemlje i nebeskih tijela.	Primjenjuje Newtonov zakon gravitacije. Analizira gibanja satelita. Opisuje tijela u svemiru (zvijezde, planete, galaksije, jata galaksija) i njihova gibanja. <i>Primjenjuje Keplerove zakone (izborni).</i>	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. <i>Tumači Keplerove zakone (izborni).</i>
Sadržaji: jednoliko kružno gibanje, centripetalna akceleracija i sila, Keplerovi zakoni, sila teža i opći zakon gravitacije, primjeri gibanja pod utjecajem gravitacijske sile.		
Preporuka 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.		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.1.8. FIZ SŠ B.1.8. FIZ SŠ C.1.8. FIZ SŠ D.1.8. Rješava fizičke probleme.	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.	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: fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, zaključak.		
Preporuka 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 <i>Učenje i poučavanje</i> . Zadatke veće složenosti treba primjenjivati kao poticaj darovitim učenicima.		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda

FIZ SŠ A.1.9. FIZ SŠ B.1.9. FIZ SŠ C.1.9. FIZ SŠ D.1.9. Istražuje fizičke pojave.	Istražuje prirodne pojave. Istražuje pojavu izvođeći učenički pokus. Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa. Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije. Istražuje pojavu izvođeći učenički projekt.	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 prirodiprikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.
Sadržaji: hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.		
<p style="text-align: center;">Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:</p> <p>a) izvođeći (samostalno, u paru ili u skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja</p> <p>b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija</p> <p>c) <i>izvođeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).</i></p> <p>Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.</p> <p>Predloženi pokusi:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.</p>		

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, a opisani su na kraju razreda.		
Međudjelovanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ B.2.1. Primjenjuje zakone statike fluida.	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.	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: tlak, hidrostatički tlak, vanjski tlak na fluid, sila uzgona, atmosferski tlak.		

<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Dobro je tlak i uzgon povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima poput utjecaja hidrostatskog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.</p> <p>Objasniti principe rada hidrauličke dizalice.</p> <p>Objasniti različite mjerne jedinice tlaka koje su češće u upotrebi (tlak zraka, tlak krvi i slično).</p> <p>Potrebno je istaknuti opasnost dekompresijske bolesti pri ronjenju te povezati s barokomorom.</p> <p>Analizirati prijevoz tereta brodom (balastne vode).</p> <p>U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.</p>		
Gibanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.2.2. Primjenjuje zakone dinamike fluida.	Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjerima gibanja fluida. Primjenjuje jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu.	Tumači statički i dinamički tlak. Tumači jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu.
FIZ SŠ C.2.3. Primjenjuje model čestične građe tvari.	Objašnjava strukturu tvari. Objašnjava Brownovo gibanje i difuziju. Objašnjava četiri agregacijska stanja tvari i međumolekulske djelovanje. Objašnjava linearno i volumno toplinsko širenje čvrstih tijela. Objašnjava toplinsko širenje tekućina i plinova te primjene.	Tumači Brownovo gibanje. Objašnjava toplinsko širenje tvari s pomoću čestično-kinetičkog modela. Povezuje koeficijente linearnog i volumnog širenja tijela.
<p>Sadržaji:</p> <p>statički i dinamički tlak, jednadžba kontinuiteta i Bernoullijeva jednadžba, struktura tvari, Brownovo gibanje i difuzija, međumolekulske djelovanje, linearno i volumno toplinsko širenje tijela.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>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).</p> <p>Pokazati Brownovo gibanje na primjeru čestice peluda na površini vode.</p> <p>Moguće je prikazati računalne simulacije povezane s čestično-kinetičkim modelom u različitim agregacijskim stanjima.</p>		
Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ D.2.4. Analizira i primjenjuje zakone idealnog plina i molekulske-kinetički model plina.	Analizira izohornu, izobarnu i izotermnu promjena stanja idealnog plina. Primjenjuje molekulske-kinetičku teoriju plinova i model idealnog plina.	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 molekulske-kinetičke teorije.
FIZ SŠ D.2.5. Analizira termodinamičke procese i sustave.	Analizira termodinamičke sustave i procese. Objašnjava promjenu unutarnje energije toplinom i radom. Tumači I. i II. zakon termodinamike. Objašnjava rad toplinskih strojeva i analizira njegovu korisnost.	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.
<p>Sadržaji:</p> <p>zakoni za idealni plin, jednadžba stanja idealnog plina, molekularno-kinetička teorija plinova, srednja kinetička energija molekula, apsolutna nula u molekularno-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.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>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.</p> <p>Objasniti načelo rada toplinskog stroja na primjerima iz svakodnevnog života (rashladnih uređaja i toplinske dizalice) te perpetuum mobile.</p> <p>Korisnost toplinskog stroja objasniti na primjerima.</p> <p>Posebno istaknuti utjecaj toplinskih strojeva na onečišćenje okoliša i učinak staklenika kao posljedicu.</p>		
Međudjelovanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ B.2.6. Objašnjava elektrostatske pojave, primjenjuje koncepte i zakone elektrostatike.	Objašnjava elektriziranje tijela. Primjenjuje Coulombov zakon. Primjenjuje zakon očuvanja naboja.	Uspoređuje električki nabijena i neutralna tijela. Crta shematske prikaze raspodjele naboja i međudjelovanja na primjerima. Objasni nastanak munje.

FIZ SŠ B.2.7. Opisuje električno polje.	Opisuje električno polje. Objašnjava električnu potencijalnu energiju i primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju. Primjenjuje koncept električnog napona i električnog potencijala. Analizira gibanje naboja u električnom polju. Objašnjava električni kapacitet i opisuje kondenzator.	Opisuje promjenu potencijalne energije pri pomicanju naboja u električnom polju. Opisuje kondenzator i objašnjava električni kapacitet.
Sadržaji: 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, kapacitet kondezatora, električna potencijalna energija pločastog kondenzatora, gibanje nabijene čestice u električnom polju.		
Preporuka 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. U ovim odgojno-obrazovnim ishodima preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.		
Gibanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.2.8. Primjenjuje zakone elektrodinamike u električnom strujnom krugu.	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. <i>Primjenjuje Kirchhoffova pravila (izborna).</i>	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: slobodni elektroni u metalu, električna struja, električni otpor, Ohmov zakon, spajanje otpornika, napon izvora i unutarnji otpor izvora, rad u električnom strujnom krugu, snaga električne struje.		
Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Može se primijeniti Ohmov zakon na mješoviti spoj otpornika u strujnom krugu te odrediti snagu otpornika. Proučavati električni otpor vodiča različitih materijala spojenih u električni strujni krug. Objasniti načelo rada električnog osigurača i drugih isklonih jedinica. U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.2.9. FIZ SŠ B.2.9. FIZ SŠ C.2.9. FIZ SŠ D.2.9. Rješava fizičke probleme.	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.	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: fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, zaključak.		
Preporuka 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 <i>Učenje i poučavanje</i> . Zadatke veće složenosti treba primjenjivati kao poticaj darovitim učenicima.		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda

<p>FIZ SŠ A.2.10. FIZ SŠ B.2.10. FIZ SŠ C.2.10. FIZ SŠ D.2.10. Istražuje fizičke pojave.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>Sadržaji: hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:</p> <p>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerenja</p> <p>b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija</p> <p>c) <i>izvodeći (samostalno, u paru ili u skupini) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).</i></p> <p>Potrebno je inzistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.</p> <p>Prijedlog pokusa i istraživanja:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. 		
<ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Nastavnici uz predložena mogu izabrati i druga eksperimentalna istraživanja.</p>		

<p>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, a koji su opisani na kraju razreda.</p>		
Međudjelovanje		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
<p>FIZ SŠ B.3.1. Opisuje svojstva magneta i analizira vezu između električne struje i magnetizma.</p>	<p>Opisuje svojstva magneta i magnetsko polje. Opisuje magnetski tok i magnetsku indukciju. Povezuje nastanak magnetskog polja s gibanjem naboja. Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete.</p>	<p>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.</p>

FIZ SŠ B.3.2. Analizira magnetsko međudjelovanje i objašnjava primjene.	Opisuje međudjelovanje magneta. Povezuje Amperovu i Lorentzovu silu. Analizira gibanje naboja u magnetskom polju. Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima prolazi električna struja. <i>Analizira rad ciklotrona i masenog spektrometra (izborna).</i>	Objašnjava putanju nabijene čestice u magnetskom polju. Objašnjava primjenu Amperove sile. <i>Opisuje načelo rada ciklotrona i masenog spektrometra te navodi primjene (izborna).</i>
FIZ SŠ B.3.3. Analizira elektromagnetsku indukciju i primjene.	Primjenjuje Faradayev zakon. Analizira primjene elektromagnetske indukcije. Uspoređuje svojstva istosmjerne i izmjenične električne struje.	Tumači Faradayev zakon. Opisuje načelo rada generatora. Objašnjava efektivnu vrijednost izmjenične električne struje. <i>Tumači kapacitivni i induktivni otpor (izborna).</i>
<p>Sadržaji:</p> <p>magnetsko polje magneta, magnetska indukcija i magnetski tok, magnetsko polje povezano s električnom strujom, Ampereova sila, Lorentzova sila, gibanje nabijene čestice u magnetskom polju, magnetska sila između dvaju paralelnih vodiča, elektromagnetska indukcija i Faradayev zakon, Lenzovo pravilo, međuidukcija i samoindukcija, načelo rada električnog generatora i izmjenična električna struja, električni transformator.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Tumačiti prednosti i nedostatke izmjenične i istosmjerne električne struje (Nikola Tesla i Thomas Edison).</p> <p>Analizirati promjenjivost magnetskog polja na konkretnim primjerima poput zvučnika.</p> <p>Objasniti princip dijagnostike magnetske rezonance.</p> <p>Objasniti primjenu Amperove sile u uređajima poput DC motora, magnetskog diska i drugo.</p> <p>Analizirati ulogu transformatora pri prijenosu električne energije.</p> <p>Posjetiti hidroelektranu, termoelektranu i prikladne muzeje (Tehnički muzej, Park N. Tesle i druge).</p> <p>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.</p> <p>U odgojno-obrazovnim ishodima FIZ SŠ B.3.2. i FIZ SŠ B.3.3. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.</p>		
Gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.3.4. FIZ SŠ D.3.4. Analizira harmonijsko titranje.	Opisuje harmonijsko titranje. Analizira titranje matematičkog njihala i tijela na opruzi. Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator. <i>Povezuje harmonijsko titranje i jednoliko gibanje po kružnici (izborna).</i>	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 (izborna).</i>
FIZ SŠ C.3.5. FIZ SŠ D.3.5. Objašnjava nastanak vala i analizira valna svojstva.	Opisuje nastanak vala. Opisuje zakon odbijanja vala na čvrstom i slobodnom kraju. Opisuje lom vala. Objašnjava ogib i interferenciju. Primjenjuje Huygensov princip.	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.
FIZ SŠ C.3.6. FIZ SŠ D.3.6. Analizira valna svojstva zvuka.	Opisuje nastanak zvučnog vala. Objašnjava nastanak stojnog vala. Skicira stojni val u glazbenim instrumentima. Objašnjava Dopplerov učinak. <i>Opisuje zvučno zagađenje (izborna).</i>	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 (izborna).</i>
FIZ SŠ C.3.7. FIZ SŠ D.3.7. Primjenjuje zakone geometrijske optike.	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.	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.

<p>Sadržaji:</p> <p>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, Dopplerov efekt, intenzitet zvuka, razina jakosti zvuka, zakoni geometrijske optike (općenito), lom svjetlosti, potpuno odbijanje ili totalna refleksija, raspršenje ili disperzija svjetlosti pomoću prizme, <i>sabirne i rastresne leće (izborni)</i>.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Objasniti utjecaj vjetra na titranje most i stabilnost leta zrakoplova.</p> <p>Istaknuti utjecaj titranja na ljudsko tijelo.</p> <p>U odgojno-obrazovnom ishodu FIZ SŠ C.3.4./FIZ SŠ D.3.4. preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti.</p> <p>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.</p> <p>Objasniti primjenu ultrazvuka u medicinskoj dijagnostici.</p> <p>Objasniti primjenu Dopplerovog efekta u pomorstvu i astrofizici.</p> <p>Opisati izostanak zvuka kod eksplozije u svemiru.</p> <p>Analizirati sliku koja nastaje lomom svjetlosti na mjehuriću zraka u vodi.</p> <p>Objasniti različite modele teleskopa i pripadnu funkciju optičkih elemenata.</p> <p>Upozoriti na utjecaj buke na zdravlje čovjeka.</p> <p>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.</p>		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.3.8. FIZ SŠ B.3.8. FIZ SŠ C.3.8. FIZ SŠ D.3.8. Rješava fizičke probleme.	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.	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.
<p>Sadržaji:</p> <p>fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, pouzdane znamenke, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, teorija.</p>		
<p>Preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda</p> <p>Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske složenosti koji su opisani u poglavlju F. <i>Učenje i poučavanje</i>.</p> <p>Zadatke srednje i veće složenosti treba primjenjivati kao poticaj darovitim učenicima.</p>		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.3.9. FIZ SŠ B.3.9. FIZ SŠ C.3.9. FIZ SŠ D.3.9. Istražuje fizičke pojave.	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.	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.
<p>Sadržaji:</p> <p>hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.</p>		

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.

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-efekt.

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	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.4.1 FIZ SŠ D.4.1. Analizira valnu prirodu svjetlosti.	Opisuje svjetlost kao val. Analizira ogib i interferenciju svjetlosti. Opisuje raspršenje i polarizaciju svjetlosti.	Matematički opisuje i objašnjava Youngov pokus. Opisuje pojavu polarizacije i interferencije svjetlosti i primjene u tehnologiji.
FIZ SŠ C.4.2. FIZ SŠ D.4.2. Objašnjava nastanak, svojstva i primjene elektromagnetskih valova.	Analizira elektromagnetske valove. Opisuje izvore elektromagnetskog zračenja. Opisuje energijski spektar elektromagnetskog zračenja. Objašnjava vrste elektromagnetskog zračenja i primjene.	Objašnjava razliku između elektromagnetskog i mehaničkog vala. Opisuje svojstva elektromagnetskih valova (valnu duljinu i frekvenciju) te njihovu primjenu.

Sadržaji:

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

Preporuka 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. Analizirati utjecaj magnetskog polja Zemlje na sunčev vjetar.

Opisati primjere polarizacije 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.

Struktura tvari, energija

Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.4.3. FIZ SŠ D.4.3. Analizira valno-čestični model svjetlosti i tvari.	Matematički opisuje i analizira fotoelektrični učinak. Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja. Opisuje de Broglievu hipotezu i difrakciju elektrona. Interpretira valnu funkciju. <i>Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti (izborni).</i>	Kvalitativno i matematički opisuje fotoelektrični učinak. Objašnjava izlazni rad elektrona. Objašnjava princip rada fotoelektrične ćelije.
FIZ SŠ A.4.4. FIZ SŠ D.4.4. Analizira modele atoma i energijske spektre.	Opisuje modele atoma. Analizira emisijske i apsorpcijske spektre. Analizira razvoj modela atoma. <i>Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser) (izborni).</i>	Opisuje Rutherfordov eksperiment. Opisuje energijske spektre pojedinih atoma i molekula. <i>Opisuje glavne značajke lasera i navodi važne primjene. (izborni)</i>
FIZ SŠ A.4.5. FIZ SŠ D.4.5. Objašnjava model atomske jezgre i nuklearne reakcije.	Opisuje građu atomske jezgre. Opisuje svojstva jake sile. Objašnjava nuklearne reakcije. Primjenjuje koncept defekta mase. Objašnjava procese nuklearne fisije i fuzije.	Objašnjava koncept defekta mase na primjerima. Definira atomsku jedinicu mase. Objašnjava načela dobivanja energije iz nuklearnih reakcija (fisija i fuzija).
Sadržaji: 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.		
Međudjelovanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ B.4.6. FIZ SŠ D.4.6. Analizira radioaktivne raspade i opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme.	Opisuje svojstva radioaktivnih zračenja te analizira njihove primjene i učinke na žive organizme. Analizira i primjenjuje zakon radioaktivnog raspada. <i>Opisuje načine detekcije ionizirajućeg zračenja (izborni).</i>	Grafički opisuje zakon radioaktivnog raspada. Opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme. <i>Opisuje načine detekcije zračenja (izborni).</i>
Sadržaji: radioaktivnost, radioaktivni raspad, detekcija ionizirajućeg zračenja, djelovanje ionizirajućeg zračenja na čovjeka.		
Preporuka 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.		
Gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ C.4.7 FIZ SŠ D.4.7. Opisuje i primjenjuje osnovne ideje specijalne teorije relativnosti (STR-a).	Objašnjava postulate specijalne teorije relativnosti (STR). Opisuje dilataciju vremena. Opisuje kontrakciju duljine. Tumači načelo ekvivalencije mase i energije. <i>Opisuje relativnost istodobnosti (izborni).</i>	Kvalitativno opisuje relativističku dilataciju vremena. Kvalitativno opisuje relativističko skraćivanje duljina. <i>Opisuje princip rada svjetlosnog sata (izborni).</i> <i>Zaključuje o različitim očitanjima satova dvaju promatrača u različitim inercijskim sustavima (izborni).</i>
Sadržaji: Galileijeva relativnost, Einsteinova relativnost; relativnost istodobnosti, relativističko skraćivanja duljina, <i>Relativistička energija i energija mirovanja čestice (izborni).</i>		
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.		

Međudjelovanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ B.4.8. FIZ SŠ D.4.8. Opisuje model nastanka i strukturu svemira.	Opisuje četiri fundamentalne sile. Objašnjava nastanak i razvoj svemira. <i>Opisuje osnovne elementarne čestice. (izborna).</i> <i>Objašnjava evoluciju zvijezda (izborna).</i>	Objašnjava model nastanka Sunčeva sustava. <i>Navodi glavne tipove zvijezda i uspoređuje njihove osnovne značajke (izborna).</i>
Sadržaji: elementarne čestice, fundamentalne sile, teorija velikog praska, nuklearno podrijetlo elemenata, tamna tvar, tamna energija i razvoj svemira.		
Preporuka 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.		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.4.9. FIZ SŠ B.4.9. FIZ SŠ C.4.9. FIZ SŠ D.4.9. Rješava fizičke probleme.	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.	Simbolima označuje fizičke veličine na crtežu. Prikazuje situaciju grafičkim prikazom ili dijagramom. Eksplisitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuovisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Zakružuje vrijednosti fizičkih veličina na pouzdane znamenke. Kvalitativno zaključuje povezujući manji broj osnovnih koncepata.
Sadržaji: fizička veličina, poznata i nepoznata veličina, procjena, pouzdane znamenke, vrednovanje rezultata, fizički koncept, zakon, teorija.		
Preporuka 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 <i>Učenje i poučavanje</i> . Zadatke srednje složenosti treba primjenjivati kao poticaj darovitim učenicima.		
Struktura tvari, međudjelovanje, gibanje, energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
FIZ SŠ A.4.10. FIZ SŠ B.4.10. FIZ SŠ C.4.10. FIZ SŠ D.4.10. Istražuje fizičke pojave.	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.	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: hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, račun pogreške, pogreška mjerenja, kontrola varijabli, zaključak.		

Istraživanje fizičkih pojava ostvaruje se:

- a) izvođeći (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) *izvođeći (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.

E. 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 fizičkim 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 predložiti na odabranim primjerima iz povijesti fizike uz naglašavanje odnosa teorije i eksperimentalnih podataka. Povijesna perspektiva važna je i kako bi se naglasio međuočnos 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 koncepta 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 koncepta, 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 koncepta, 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 dvije do tri odabrane teme 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.

G. 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. U pravilu se ne ocjenjuju, no mogu rezultirati ocjenom u poticajnom smislu. 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 generiranju i testiranju 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.