

**MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA**

**NACIONALNI KURIKULUM NASTAVNOGA PREDMETA FIZIKA**

**PRIJEDLOG NAKON JAVNE RASPRAVE**

Prosinac 2017.

NIJE LEPIH VARIJANAO

## **Sadržaj**

- A. OPIS NASTAVNOG PREDMETA, 4
- B. ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA NASTAVNOG PREDMETA FIZIKA, 5
- C. DOMENE/KONCEPTI U ORGANIZACIJI PREDMETNOG KURIKULUMA, 5
- D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI, RAZRADA ISHODA I RAZINE USVOJENOSTI PO RAZREDIMA I DOMENAMA/KONCEPTIMA, 7
  - I. OSNOVNA ŠKOLA, 7
  - II. SREDNJA ŠKOLA, 19
    - ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4X2 (4x70 SATI), 19
    - ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4X3 (4x105 SATI), 41
    - DVOGODIŠNJE I TROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 2X2 I 3X2 (2x70 I 3x70 SATI), 63
    - JEDNOGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 1X2 (1x70 SATI), 84
- E. POVEZANOST S DRUGIM ODGOJNO-OBRAZOVnim PODRUČJIMA I MEĐUPREDMETnim TEMAMA, 90
- F. UČENJE I POUČAVANJE FIZIKE, 90
- G. VREDNOVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA U FIZICI, 92

## A. OPIS NASTAVNOG PREDMETA

Fizika proučava energiju i tvari, međudjelovanja te gibanja u prostoru i vremenu. Naziv potječe od grčke riječi *fisis*, što znači priroda. U svojim početcima 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, građi tvari i tajni života.

Fizičari se služe promatranjem i mjerljivim stvaranjem teorijskih modela te njihovom provjerom kroz eksperimente. Na taj način stvaraju nove predodžbe te otkrivaju prirodne zakone koji omogućuju bolje razumijevanje prirode i predviđanje pojave. Pritom se koriste uređajima vrhunske tehnologije, a njihova istraživanja redovito vode do novih tehnoloških otkrića te se tako fizika i tehnologija međusobno podupiru i nadopunjaju. 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* se ističe po tome što potiče razvoj kognitivnih sposobnosti te znanstvenog i stvaralačkog mišljenja. Učenici razvijaju sposobnosti znanstvenog objašnjavanja fizičkih pojava, provođenja i vrednovanja znanstvenog eksperimenta ili istraživanja te interpretiranja znanstvenih podataka i činjenica. Budući da pruža temeljna i univerzalna znanja, uloga je fizike u prirodoznanstvenom opismenjavanju vrlo važna.

Prirodoznanstveno pismena osoba uz deklarativno znanje ima i proceduralno znanje koje može primijeniti na rješavanje problemskih situacija u novim, 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 doprinisu poznatih hrvatskih fizičara te pravilnom uporabom standardnog jezika i stručnog nazivlja doprinosi se *identitetu Republike Hrvatske i osobnom identitetu*.

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

Učenik kao *aktivni sudionik* procesa učenja i poučavanja razvija niz različitih sposobnosti i vještina poput opažanja, opisivanja, postavljanja pitanja, razmjene ideja, izvođenja pokusa, objašnjavanja, planiranja, postavljanja pretpostavaka, mjerjenja, obrade i prikazivanja podataka, rješavanja problema, zaključivanja, rasprave i kritičkog prosudjivanja. 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 okruženju* te uz *suradnju i otvorenost prema zajednici*.

Predmet *Fizika* poučava se od trećeg do petog obrazovnog ciklusa. U drugom i početkom trećeg ciklusa osnovna znanja iz fizike usvajaju se kroz predmet *Priroda* koji je priprema za buduće predmete *Fizika, Kemija i Biologija*. Predmet *Fizika* uvodi se kao obvezni u sedmom razredu osnovne škole. U četvrtom i petom ciklusu poučavanje fizike nastavlja se kroz obvezan zaseban predmet i s fizikom povezane predmete, s tim da se sadržaji usvojeni u osnovnoj školi produbljaju uz opsežnije uvođenje matematičkog formalizma i eksperimenta.

Radi zadovoljavanja odgojno-obrazovnih potreba učenika s teškoćama kurikulum se prilagođuje u skladu sa smjernicama *Okvira za poticanje i prilagodbu iskustava učenja te vrednovanja postignuća djece i učenika s teškoćama*. Da bi se zadovoljile odgojno-obrazovne potrebe darovitih učenika, uvodi se razlikovni kurikulum u skladu sa smjernicama *Okvira za poticanje iskustava učenja i vrednovanja postignuća darovite djece i učenika*.

## B. ODGOJNO-OBRZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA NASTAVNOG PREDMETA FIZIKA

Učenjem fizike stječu se vještine i sposobnosti potrebne u svakodnevnom životu, ali i znanja potrebna za razumijevanje prirodnih pojava, korištenje modernim tehnologijama te uporabu znanstvenih metoda na dobrobit pojedinca i civilizacije. Predmet Fizika priprema učenike za daljnje školovanje i cijeloživotno 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 međuvisnosti. 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 temeljne prirodne znanosti - fizike - očituje se već i u sličnosti naziva domena. U Fizici su to: A. Struktura tvari, B. Međudjelovanja, C. Gibanje te D. Energija. Ovakav se izbor domena ne temelji na uobičajenoj tematskoj podjeli fizike na mehaniku, termodynamiku, elektromagnetizam i valove. Opisana 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.

### Struktura tvari

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 subatomskih čestica. 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

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.

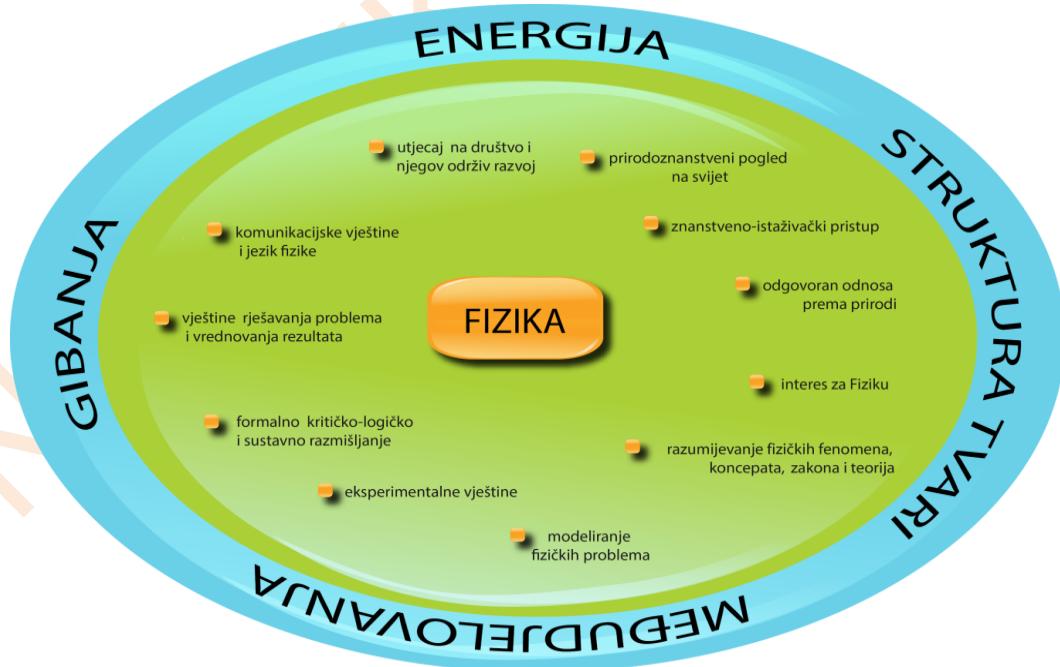
Istražuje gravitacijsku silu koja djeluje između čestica zbog njihove mase i elektromagnetsku silu koja djeluje između nabijenih čestica. Opisuje jaku silu koja povezuje čestice unutar atomske jezgre te slabu silu koja uzrokuje nuklearne raspade i radioaktivno zračenje. Kroz ovo istraživanje uči da je 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

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

## Energija

Od prve Aristotelove definicije pa sve do danas energija je jedna od najraširenijih fizičkih veličina i pojama 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 temeljnemu principu za razumijevanje svemira i svijeta oko nas.



Slika 1. Grafički prikaz organizacije kurikuluma predmeta Fizika

## D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI, RAZRADA ISHODA I RAZINE USVOJENOSTI PO RAZREDIMA I DOMENAMA/KONCEPTIMA

### I. Osnovna škola

#### DVOGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 2x2 (2x70 SATI)

<b>Na kraju 7. razreda učenik:</b>					
ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A. 7. 1 <i>Uspoređuje, dimenzije, masu i gustoću različitih tijela i tvari.</i>	<p>Uspoređuje dimenzije tijela. Uspoređuje mase tijela. Objašnjava zapis i značenje i fizičke veličine. Analizira gustoće tijela različitog oblika i sastava. Opisuje primjene mjerjenja gustoće.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, metar, kilogram gustoća tijela, gustoća tvari, kilogram po kubnomu metru</p>	<p>Procjenjuje i uspoređuje dimenzije tijela te pomoću odgovarajuće mjerke vrednuje svoju procjenu. Procjenjuje i uspoređuje masu tijela te vaganjem vrednuje svoju procjenu. Objašnjava zapis i značenje fizičke veličine. Opisuje značenje gustoće tvari.</p>	<p>Opisuje kako se određuje gustoća tijela. Uspoređuje gustoće tekućina i čvrstih tijela na temelju podataka iz tablica. Na temelju gustoće procjenjuje od koje je tvari tijelo građeno. Objašnjava zašto jednaki volumeni različitih materijala imaju različite mase.</p>	<p>Razlikuje gustoću tijela od gustoće tvari. Povezuje gustoću tekućine i gustoću tijela s plutanjem. Objašnjava zašto jednake mase različitih materijala imaju različite volumene.</p>	<p>Analizira gustoće tijela različitog oblika i sastava. Opisuje primjene mjerjenja gustoće (<i>zlato, ulje, salinitet...</i>). <i>Uspoređuje veličine i udaljenosti prirodnih objekata</i></p>
B. 7. 2 <i>Analizira međudjelovanje tijela te primjenjuje koncept sile.</i>	<p>Analizira učinke međudjelovanja. Opisuje različite vrste sila. Određuje rezultantnu силу. Objašnjava silu težu i težinu. Povezuje produljenje opruge s težinom ovješenog utega.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> međudjelovanje, sila, vektor, sila na dodir i sila na daljinu, elastična sila, njutn, gravitacijska sila, sila teža, težina, uzgon</p>	<p>Prepoznaje učinke međudjelovanja na jednostavnim primjerima. Razlikuje sile na dodir od sila na daljinu. Opisuje ovisnost različitih sila o udaljenosti. Prikazuje silu vektorom.</p>	<p>Određuje rezultantnu silu na pravcu (grafički i računski). Povezuje produljenje opruge s težinom ovješenog utega. Opisuje elastičnu silu i svojstvo elastičnosti na primjerima. <i>Uspoređuje iznose sila u svakodnevnom životu.</i></p>	<p>Analizira ovisnost produljenja opruge i težine ovješenog utega. Grafički određuje rezultantnu silu u ravnini. Opisuje uzgon na primjerima. <i>Prepoznaje silu i protusilu na primjerima.</i></p>	<p>Opisuje gravitacijsku silu. Objašnjava bestežinsko stanje. Objašnjava silu težu. <i>Navodi i objašnjava gdje se primjenjuje mjerjenje sile.</i></p>

<p><b>B. 7.3</b> Interpretira silu trenja i njezine učinke.</p>	<p>Konstruira koncept sile trenja. Objašnjava trenje. Analizira učinke sile trenja. Razlikuje trenje kotrljanja od trenja klizanja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> pritisna sila, sila trenja, faktor trenja</p>	<p>Prepoznaće silu trenja na primjerima iz života. Navodi veličine o kojima sila trenja ovisi. Uspoređuje trenje kotrljanja i trenje klizanja na primjerima. Prepoznaće korisne i nepoželjne učinke sile trenja.</p>	<p>Opisuje ovisnost sile trenja o vrsti dodirnih ploha i pritisnoj sili. Objašnjava načine na koje se trenje može povećati i smanjiti te navodi primjene.</p>	<p>Povezuje faktor trenja s vrstom podlage. Razlikuje pritisnu silu od težine tijela na primjerima. Opisuje kako bi izgledao život bez trenja.</p>	<p>Tumači primjere izrazito velikih i izrazito malih faktora trenja. <i>Objašnjava zašto sila trenja, ovisi o sili okomitoj na površinu.</i></p>
<p><b>B. 7.4</b> Analizira uvjete ravnoteže tijela i zakonitost poluge.</p>	<p>Konstruira zakonitost ravnoteže poluge. Povezuje težište i ravnotežu. Opisuje polugu. Objašnjava primjene poluge (mjerjenje težine, razni alati...).</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> težište, ravnoteža, poluga, krak sile, oslonac</p>	<p>Prepoznaće ravnotežni položaj, težište i oslonac (ovjesište) tijela. Opisuje dvokraku polugu i njezinu primjenu. Opisuje težište pravilnog tijela.</p>	<p>Tumači zakonitost ravnoteže poluge. Objašnjava primjene poluge. Opisuje težište ploče nepravilnog oblika. Razlikuje stabilno od nestabilnog tijela.</p>	<p>Opisuje uvjete stabilnosti tijela i primjene. Prepoznaće primjere poluge kod živih bića. <i>Povezuje položaj težišta i oslonca (ovjesišta) za različite vrste ravnoteže.</i></p>	<p>Razmatra odnos težine i sile podlage (ovjesa) u ravnoteži. Povezuje težište s gravitacijskim međudjelovanjem.</p>
<p><b>B. 7.5</b> Analizira utjecaj tlaka.</p>	<p>Konstruira koncept tlaka. Kvalitativno objašnjava podrijetlo hidrostatskog i atmosferskog tlaka. Analizira utjecaj tlaka na primjerima.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> tlak, paskal, hidrostatski tlak, atmosferski tlak</p>	<p>Opisuje na primjerima pojam tlaka i njegovu vezu sa silom i površinom. Kvalitativno opisuje tlak u tekućini. Prepoznaće uređaje za mjerjenje tlaka. Prepoznaće pribor i alate kod kojih se primjenjuje veliki tlak (igla, nož...).</p>	<p>Prepoznaće primjere tlakova iz svakodnevice (krvni tlak, atmosferski tlak, tlak u gumama, tlak u fluidima...).</p>	<p>Kvalitativno tumači podrijetlo hidrostatskog i atmosferskog tlaka. Objašnjava zašto ne osjećamo djelovanje atmosferskog tlaka. Opisuje učinke tlačnih sila u fluidima.</p>	<p>Analizira utjecaj tlaka na primjerima. (<i>fakiri, ronioci, podmornice, brane, putnici u zrakoplovima i astronauti</i>).</p>

<p><b>D. 7. 6</b> Povezuje rad s energijom tijela i analizira pretvorbe energije.</p>	<p>Opisuje pojmove kinetičke i potencijalne energije. Povezuje rad i energiju. Analizira pretvorbe energije. Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjerima pretvorbe energije.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> rad, džul, kinetička energija, gravitacijska i elastična potencijalna energija, zakon očuvanja energije, vrijeme, sekunda, snaga, vat</p>	<p>Prepoznaće na primjerima da je za pokretanje tijela potreban rad. Opisuje primjere tijela koje imaju kinetičku energiju i potencijalnu energiju. Na primjerima opisuje pretvorbe energije. Prepoznaće da se isti rad može obaviti na razne načine.</p>	<p>Objašnjava pojam rada. Tumači pojmove kinetičke i potencijalne energije. Povezuje rad s promjenom energije na primjerima. Prepoznaće primjere međudjelovanja pri kojima se ne obavlja rad. Tumači pojam snage. Uspoređuje snagu različitih uređaja.</p>	<p>Analizira pretvorbu kinetičke i potencijalne energije u rad i obratno. <i>Uspoređuje tipične snage obnovljivih i neobnovljivih izvora energije.</i></p>	<p>Analizira primjere elastične energije i rada elastične sile. <i>Uspoređuje energijske vrijednosti hrane i obavljeni rad.</i></p>
<p><b>A. 7. 7</b> Objašnjava agregacijska stanja i svojstva tvari na temelju njihove čestične grade.</p>	<p>Razlikuje svojstva tijela. Opisuje model čestične grade tvari. Objašnjava agregacijska stanja modelom čestične grade tvari.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> tijelo, tvar, međumolekulske sile, čestica, molekula, međuprostor, agregacijska stanja</p>	<p>Opisuje granice dijeljenja tvari. Opisuje model čestične grade tvari. Opisuje kako tvari zauzimaju prostor na temelju čestičnog modela. Uspoređuje svojstva čvrstih, tekućih i plinovitih tijela poput stlačivosti i gustoće.</p>	<p>Povezuje agregacijska stanja i svojstva tvari s međudjelovanjem česticama i njihovim gibanjem.</p>	<p>Objašnjava eksperimente koji potvrđuju čestični model grade tvari. <i>Objašnjava na koji je način čestice tvari (molekule i atome) moguće vidjeti".</i></p>	<p>Na primjeru opruge opisuje međudjelovanje čestica. Objašnjava kako se može približno izmjeriti veličina molekule</p>
<p><b>A. 7. 8</b> Povezuje promjenu volumena tijela i tlaka plina s gradom tvari i promjenom temperature.</p>	<p>Objašnjava toplinsko širenje tijela. Objašnjava promjenu gustoće tijela s temperaturom. Povezuje temperaturu tijela s kinetičkom energijom molekula. Povezuje promjenu tlaka plina s promjenom temperature.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> temperatura, kelvin, nula apsolutne temperature</p>	<p>Objašnjava širenje tijela čestičnim modelom. Daje primjere promjene volumena čvrstih tijela, tekućina i plinova zagrijavanjem i hlađenjem.</p>	<p>Tumači načelo rada alkoholnog termometra. Povezuje Celzijevu i Kelvinovu temperaturnu ljestvicu. Povezuje temperaturu tijela s kinetičkom energijom molekula. Uspoređuje promjenu obujma različitih tvari s promjenom temperature.</p>	<p>Objašnjava promjenu gustoće tijela s temperaturom. Opisuje tlak plina čestičnim modelom. Povezuje promjenu tlaka plina s promjenom temperature. <i>Tumači anomaliju vode i njen utjecaj na živi svijet.</i></p>	<p>Objašnjava strujanje tekućina i plinova u prirodi zbog razlika u temperaturi i primjenu u tehnologiji.</p>

<p><b>D. 7. 9</b> <b>Povezuje promjenu unutarnje energije i toplinu.</b></p>	<p>Primjenjuje koncepte unutarnje energije, topline i temperature. Objašnjava načine promjene unutarnje energije toplinom (zračenje, strujanje i vođenje). Analizira promjenu unutarnje energije.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> zakon očuvanja energije, toplinska ravnoteža, vođenje, strujanje i zračenje, toplinski vodiči i izolatori, specifični toplinski kapacitet</p>	<p>Razlikuje pojmove unutarnja energija, toplina i temperatura. Opisuje zračenje, vođenje i strujanje topline. Opisuje primjenu toplinskih vodiča i izolatora pri štednji energije.</p>	<p>Opisuje pojam toplinske ravnoteže. Objašnjava načine promjene unutarnje energije toplinom u tekućini i plinu. Objašnjava značenje specifičnog toplinskog kapaciteta.</p>	<p>Opisuje primjere prijelaza energije zračenjem. Opisuje prijelaze energije u kućanstvu. Objašnjava primjenu specifičnog toplinskog kapaciteta vode (npr. zagrijavanje prostorija, hlađenje motora).</p>	<p>Objašnjava prijelaze energije u biosferi (<i>kopneno-more, vjetar, vulkan, gejzir, morske struje</i>).</p>
<p><b>ABCD. 7. 10</b> <b>Istražuje fizičke pojave:</b></p> <p>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerena b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborno).</p> <p><b>Napomena:</b> Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.</p>	<p>Istražuje pojavu u prirodi. Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus. Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa. Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije. Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.</p> <p><b>Prijedlozi učeničkih eksperimentalnih istraživanja:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mjeri male dimenzije (npr. debljinu lista papira).</li> <li>Mjeri površine pravilnih i nepravilnih ploha.</li> <li>Mjeri volumen pluća.</li> <li>Mjeri gustoću tijela.</li> <li>Mjeri male mase tijela.</li> <li>Istražuje elastičnu silu opruge.</li> <li>Istražuje trenje.</li> <li>Mjeri faktor trenja.</li> <li>Istražuje ravnoteže poluge.</li> <li>Istražuje težiste ploče nepravilnog oblika.</li> <li>Istražuje tlak.</li> </ol>	<p>Postavlja pitanja na temelju svojih iskustava. Navodi pribor i mjerne uređaje. Izvodi mjerenja uz pomoć. Opisuje i skicira pokus. Pridržava se pravila sigurnosti. Bilježi opažanje prema uputama. Iznosi svoje ideje drugim učenicima. Koristi Međunarodni (SI) sustav mjernih jedinica. Prepoznaje fizičke veličine te ispravno koristi njihove oznake i mjerne jedinice. Prepoznaje pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>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 stalnim. Bilježi opažanja samostalno. Prikazuje mjerne podatke tablično. Kvalitativno interpretira rezultate mjerena. Koristi predmetke i njihove znakove za označivanje određenih decimalnih višekratnika i nižekratnika. Prevara mjerne jedinice. Opisuje pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Objašnjava svoje pretpostavke. Objašnjava svrhu eksperimenta. Izvodi pokus prema uputama. Mjerne podatke prikazuje grafički i uočava njihovu pravilnost. Uspoređuje rezultate eksperimenta s teorijom. Definira osnovne SI jedinice koje koristi u eksperimentu. Razlikuje osnovne i izvedene mjerne jedinice. Računa srednju vrijednost fizičke veličine. Prepoznaje grube pogreške mjerena. Oblikuje zaključak. Objašnjava pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Postavlja istraživačko pitanje. Samostalno izvodi pokus. Iznosi zapažanja koja doprinose odgovoru na istraživačko pitanje. Ukazuje na moguće uzroke rezultata pokusa. Koristi različite prikaze kako bi predstavio svoje ideje i rezultate. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Objašnjava zaključke. Koristi se dodatnom literaturom. Raspravlja o pojavi u prirodi prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.</p>

	<p>12. Istražuje tlak u vodi.      13. Istražuje snagu s pomoću elektromotora.      14. Istražuje Brownovo gibanje.      15. Istražuje toplinsko širenje zraka.      16. Istražuje toplinsko širenje      17. Mjeri veličinu molekule.      18. Mjeri temperaturu smjese.      19. Istražuje temperaturu tijela različitih boja.      20. Istražuje toplinsku vodljivost.      21. Istražuje toplinsko strujanje.      22. Mjeri specifični toplinski kapacitet.</p> <p><b>Prijedlozi učeničkih projekata:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Izrađuje pomičnu mjerku.</li> <li>Izrađuje dinamometar.</li> <li>Izrađuje vagu.</li> <li>Izrađuje areometar.</li> <li>Izrađuje crnu kutiju.</li> <li>Izrađuje vodeni sat.</li> <li>Izrađuje barometar.</li> <li>Izrađuje pop-pop čamac.</li> <li>Izrađuje balon na topli zrak.</li> <li>Izrađuje termometar.</li> </ol> <p><b>Ključni pojmovi:</b>      hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj, pogreška mjerjenja, kontrola varijabla, zaključak</p>				
ABCD. 7. 11 Rješava fizičke probleme.	<p>Napomena: Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.</p> <p>Vizualizira situaciju u problemu.      Identificira ciljeve rješavanja problema.      Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizičkalna načela.</p>	<p>Interpretira fizičku situaciju zadani tekstualno.      Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice.</p>	<p>Pretvara mjerne jedinice.      Prepoznaže matematički model (vezu među veličinama iskazuje formulom).      Računa i iskazuje traženu veličinu.</p>	<p>Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka.      Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina.      Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.</p>	<p>Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja.      Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta.</p>

	<p>Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.</p> <p>Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.</p> <p>Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.</p> <p>Vrednuje postupak i rješenje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerena jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon</p>	<p>Opisuje veze među fizičkim veličinama i mernim jedinicama.</p> <p>Navodi poznate primjere.</p> <p>Kvalitativno zaključuje primjenjujući osnovne koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.</p> <p>Očitava vrijednosti veličina iz grafičkog prikaza.</p>	<p>Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini usvojenosti ishoda.</p>		<p>Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.</p>
<b>PREPORUKA:</b>					
Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje. Zadatke srednje složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.					
<b>NAPOMENE:</b> Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan. <i>Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.</i> <i>Mjerenje</i> podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine izravnim mjeranjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranim jediničnom mjerom. <i>Određivanje</i> podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjeri.					

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

Na kraju 8. razreda učenik:					
ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
<b>BC. 8. 1</b> <i>Povezuje pojavu razdvajanja električnog naboja s pojmom električne struje i napona.</i>	<p>Opisuje međudjelovanje električnih naboja. Povezuje pojavu električne struje s električnom silom. Objašnjava električnu struju u metalima i elektrolitima. Povezuje električni napon s energijom jediničnog naboja u izvoru. Opisuje pojavu elektromagnetske indukcije.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> elektriziranje, elektron, ion, električni naboј, kulon, električna sila, baterija, električna struja, električni napon</p>	<p>Opisuje električno međudjelovanje. Opisuje na primjerima razdvajanje suprotnih električnih naboja. Opisuje pojavu električne struje. Navodi izvore električne struje. Razlikuje vodiče i izolatore.</p>	<p>Objašnjava elektriziranje tijela trljanjem na temelju grade atoma. Povezuje pojavu električne struje s električnom silom. Povezuje električni napon s energijom jediničnog naboja u izvoru. Razlikuje nositelje električne struje u metalima, tekućinama i plinovima.</p>	<p>Opisuje razdvajanje električnih naboja pomoću magneta i zavojnice. Opisuje razdvajanje električnih naboja u bateriji. Objašnjava električnu struju u metalima i elektrolitima. <i>Opisuje električnu struju u živčanom sustavu.</i></p>	<p>Raspravlja o privlačenju elektriziranog i neutralnog tijela. <i>Opisuje pojavu električnog napona u različitim izvorima električne energije.</i> <i>Objašnjava pojavu munje i princip rada gromobrana.</i></p>
<b>DB. 8. 2</b> <i>Analizira učinke električne struje i pojavu magnetizma.</i>	<p>Analizira učinke električne struje u jednostavnom strujnom krugu. Opisuje magnetsko djelovanje električne struje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> električni strujni krug, trošilo, magnetski, toplinski, svjetlosni i kemijski učinci električne struje, magnet, magnetska sila, elektromagnet</p>	<p>Opisuje i sastavlja jednostavan električni strujni krug. Prepoznaže učinke električne struje. Opisuje međudjelovanje magneta. Razlikuje tvari po magnetskim svojstvima. Navodi primjene magneta u svakodnevnom životu. Opisuje elektromagnet.</p>	<p>Opisuje magnetski učinak električne struje. Objašnjava načelo rada elektromagneta. Opisuje Zemlju kao magnet i načelo rada kompassa. .</p>	<p>Opisuje kemijski učinak električne struje (npr. galvanizacija). Povezuje magnetske polove zavojnice sa smjerom električne struje. Opisuje o čemu ovisi jakost elektromagneta.</p>	<p>Objašnjava važnost Zemljina magnetizma. <i>Raspravlja o primjerima magnetizma kod životinja.</i></p>

<p><b>D. 8. 3</b> <b>Analizira električnu struju i napon te primjenjuje koncepte rada i snage.</b></p>	<p>Objašnjava grananje električne struje u paralelnom spoju i napon na pojedinim otpornicima serijskoga spoja. Povezuje električnu energiju s radom električne struje. Analizira rad i snagu električne struje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> ampermeter, amper, voltmeter, volt, izvori energije, štednja energije, kilovatsat</p>	<p>Opisuje način spajanja ampermatra i voltmatra. Shematski prikazuje jednostavan električni strujni krug s mjernim instrumentima. Opisuje pretvorbe energije u trošilima.</p>	<p>Analizira rad i snagu električne struje na primjerima. Shematski prikazuje električni strujni krug sa serijskim i paralelnim spojem trošila te mjernim instrumentima. Razmatra mogućnosti uštede energije u kućanstvu.</p>	<p>Objašnjava način spajanja trošila u kućanstvu. Uspoređuje zbroj električnog napona na trošilima i napon izvora. Objasnjava grananje električne struje u paralelnom spoju i napon na pojedinim otpornicima serijskoga spoja.</p> <p>Objašnjava mjerne jedinicu kilovatsat na primjerima.</p>	<p>Analizira potrošnju električne energije kućanskih uređaja.</p> <p><i>Objašnjava načela rada ampermatra i voltmatra. Opisuje pojavu elektromagnetske indukcije. Uspoređuje snage različitih izvora i postrojenja za proizvodnju električne energije.</i></p>
<p><b>A. 8. 4</b> <b>Objašnjava električni otpor vodiča.</b></p>	<p>Razlikuje električne izolatore i vodiče. Analizira električni otpor trošila. Objasnjava zašto vodič ima otpor. Objasnjava Ohmov zakon.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> električni otpor, om, strujni udar</p>	<p>Opisuje električni otpor. Objasnjava kratki spoj. Na primjerima objasnjava opasnost od strujnog udara. Opisuje primjenu dobrih i loših električnih vodiča te izolatora.</p>	<p>Analizira električni otpor trošila. Analizira grafički prikaz ovisnosti električne struje o naponu za otpornik. Objasnjava Ohmov zakon.</p>	<p>Kvalitativno opisuje ovisnost električnog otpora vodiča o njegovoj duljini i površini poprečnog presjeka. Objasnjava zašto vodič ima otpor.</p>	<p>Analizira električni otpor u serijskom i paralelnom spoju trošila.</p>
<p><b>C. 8. 5</b> <b>Analizira gibanje tijela po pravcu.</b></p>	<p>Analizira jednoliko i nejednoliko gibanje. Određuje srednju brzinu tijela. Grafički i tablično prikazuje vremensku ovisnost položaja i brzine.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> gibanje, vremenski interval, pomak, prijedeni put, brzina, metar po sekundi</p>	<p>Opisuje kako se određuje vrijeme i prijedeni put tijela. Uvodi vremensku ljestvicu te na njoj određuje vrijeme za prijedeni put. Grafički prikazuje te očitava ovisnost prijedenog puta o vremenu. Opisuje srednju brzinu tijela. Opisuje jednoliko i nejednoliko gibanje. Uspoređuje brzine raznih životinja i predmeta.</p>	<p>Iz točkastih dijagrama gibanja izrađuje tablične prikaze. Dopunjava i preračunava tablice gibanja. Grafički prikazuje ovisnost brzine o vremenu. Razlikuje stalnu brzinu jednolikoga gibanja i srednju brzinu nejednolikoga gibanja.</p>	<p>Povezuje nagib pravca u <math>s-t</math> grafičkom prikazu s brzinom tijela. Na temelju grafičkog prikaza tumači gibanje tijela te određuje brzinu i prijedeni put.</p>	<p>Iz <math>s-t</math> grafičkog prikaza stvara <math>v-t</math> prikaz i obratno. Analizira i grafički prikazuje primjere gibanja iz okoline.</p>

<p><b>CB. 8. 6</b> <i>Analizira povezanost promjene brzine, sile i mase tijela.</i></p>	<p>Povezuje promjenu brzine i akceleraciju. Povezuje promjenu brzine tijela s njegovom masom i rezultantnom silom. Opisuje svojstvo tromosti tijela.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> akceleracija, metar u sekundi na kvadrat, tromost</p>	<p>Opisuje akceleraciju tijela. Akceleraciju povezuje sa silom. Opisuje svojstvo tromosti tijela. Iznosi primjere ubrzanoga i usporenoga gibanja.</p>	<p>Analizira akceleraciju tijela. Opisuje jednoliko ubrzano gibanje. Grafički prikazuje ovisnost brzine o vremenu. Povezuje tromost tijela i masu. Objašnjava slobodni pad.</p>	<p>Objašnjava utjecaj otpora zraka pri slobodnom padu. Povezuje promjenu brzine tijela s njegovom masom i rezultantnom silom. Grafički prikazuje ovisnost akceleracije o vremenu.</p>	<p>Objašnjava zašto sva tijela imaju jednak ubrzanje slobodnog pada.</p> <p><i>Primjere ubrzanoga gibanja prikazuje u različitim grafičkim prikazima. Raspravlja o gibanju svemirskih objekata i letjelica.</i></p>
<p><b>CD. 8. 7</b> <i>Povezuje pojavu titranja i prijenos energije valom.</i></p>	<p>Objašnjava nastanak i vrste valova Opisuje val. Kvalitativno opisuje odbijanje vala. Objašnjava zvuk. Objašnjava prijenos energije valom.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> titranje čestica, frekvencija, valna duljina, brzina vala, zvuk, period, transverzalan i longitudinalan val, <i>amplituda</i></p>	<p>Opisuje pojavu titranja tijela (opruga, njihalo). Povezuje titranje tijela s nastankom vala. Opisuje val zvuka. Razlikuje valove na vodi po obliku. Razlikuje vrste valova po smjeru titranja čestica te uočava njihovu valnu duljinu.</p>	<p>Opisuje period, brzinu i frekvenciju vala. Razlikuje šum i ton. Opisuje primjene ultrazvuka u svakodnevnom životu. Opisuje nastajanje zvuka u različitim sredstvima. <i>Opisuje zagadjenje bukom.</i></p>	<p>Opisuje odbijanje vala i nastanak jeke. Objašnjava prijenos energije valom. Razlikuje zvuk i ultrazvuk. <i>Opisuje i navodi primjene različitih elektromagnetskih valova (svjetlost, ultraljubičasti valovi, rengenski valovi, radiovalovi, mikrovalovi).</i></p>	<p>Opisuje važnost ultrazvuka za život životinja. <i>Opisuje nastanak i širenje plimnog vala i tsunamija te valova potresa.</i> <i>Opisuje razinu zvuka.</i></p>
<p><b>C. 8. 8</b> <i>Analizira rasprostiranje i odbijanje svjetlosti te nastanak slike u zrcalu.</i></p>	<p>Analizira rasprostiranje svjetlosti. Objašnjava odbijanje svjetlosti na uglačanim i hrapavim plohamama. Analizira nastanak slike u ravnom i sfernem zrcalu.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> svjetlosni izvori, svjetlosna zraka, brzina svjetlosti, zakon odbijanja svjetlosti, difuzna svjetlost, žarište, stvarna i prividna slika</p>	<p>Navodi izvore svjetlosti. Opisuje na primjerima zakone rasprostiranja i odbijanja svjetlosti. Objašnjava nastanak sjene i polusjene. Opisuje sliku u ravnom zrcalu.</p>	<p>Objašnjava odbijanje svjetlosti na uglačanim i hrapavim plohamama. Konstruira sliku u ravnom zrcalu. Opisuje sliku u sfernem zrcalu. Opisuje primjene ravnog zrcala.</p>	<p>Konstruira i opisuje slike u sfernim zrcalima. Opisuje nastanak stvarne i prividne slike. Objašnjava pomrčinu Sunca i Mjeseca. Opisuje primjenu sfernih zrcala.</p>	<p>Konstruira sjenu i polusjenu. <i>Opisuje lasersku svjetlost i primjene.</i></p>

<p><b>C. 8. 9</b>  <b>Analizira lom i odbijanje svjetlosti na granici dvaju optičkih sredstava.</b></p>	<p>Objašnjava lom svjetlosti.  Analizira sliku predmeta koju stvara leća.  Objašnjava razlaganje svjetlosti na boje.  <i>Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  optička prizma, sabirna i rastresna leća,  <i>potpuno odbijanje</i></p>	<p>Opisuje primjere loma svjetlosti na granici različitih prozirnih tvari.  Razlikuje sabirne i rastresne leće.  Crti prolazak paralelnih svjetlosnih zraka kroz leću.  Opisuje primjene leća.</p>	<p>Opisuje razlaganje bijele svjetlosti na boje.  Crti karakteristične zrake svjetlosti za različite vrste leća.  Objašnjava prividnu dubinu mora i opasnost od pogrešne procjene dubine.</p>	<p>Opisuje nastanak duge.  Konstruira sliku predmeta koju stvara leća te opisuje njezinu narav.  Objašnjava primjene leća.  <i>Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.</i></p>	<p>Objašnjava korekcijuvida lećama.  Objašnjava zašto tijela imaju različite boje.  <i>Opisuje primjene potpunog odbijanja svjetlosti poput svjetlovoda.</i></p>
<p><b>ABCD. 8. 10</b>  <b>Istražuje fizičke pojave:</b></p> <p><b>a)</b> izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja, od kojih dva trebaju uključivati mjerena  <b>b)</b> sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija  <b>c)</b> izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborno)</p> <p><b>Napomena:</b> Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.</p>	<p>Istražuje pojavu u prirodi.  Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.  Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.  Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.  Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.</p> <p><b>Prijedlog učeničkih eksperimentalnih istraživanja:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Istražuje razdvajanje naboja trljanjem.</li> <li>Istražuje vodiče i izolatore.</li> <li>Istražuje koncentracijske ovisnosti otpora otopine soli.</li> <li>Istražuje galvanizaciju.</li> <li>Istražuje magnetizam tvari.</li> <li>Istražuje elektromagnetsku indukciju.</li> <li>Istražuje električnu struju i napon u strujnom krugu.</li> <li>Istražuje električni napon spojenih baterijskih članaka.</li> <li>Mjeri ovisnost magnetske sile zavojnice o električnoj struci.</li> </ol>	<p>Slijedi upute, postavlja pitanja i predviđa rezultate istraživanja.  Opisuje i skicira pokus.  Navodi pribor i mjerne uređaje.  Pridržava se pravila sigurnosti.  Izvodi mjerena uz pomoć.  Bilježi opažanja samostalno.  Navodi rezultate mjerena s mernim jedinicama.  Koristi predmetke i njihove znakove za označivanje određenih decimalnih višekratnika i nižekratnika.  Prevara mjerne jedinice.  Oblikuje zaključke.  Prepoznaje pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Objašnjava svrhu eksperimenta.  Objašnjava varijable.  Prepoznaje fizičke veličine koje je potrebno održavati stalnim 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 mjerena.  Interpretira rezultate mjerena.  Prepoznaje funkcionalnu ovisnost varijabla.  Opisuje pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Postavlja hipotezu.  Raspapravlja o važnosti kontrole varijabla.  Organizira i prikazuje podatke pomoću tablica i grafova.  Provodi jednostavan račun pogreške.  Interpretira značenje zapisa mjerene veličine s pogreškom.  Uspoređuje rezultate eksperimenta s teorijom.  Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku.  Razmatra pogreške mjerena.  Objašnjava zaključke.  Objašnjava pojavu u prirodi prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Postavlja istraživačka pitanja i predviđa kako promjena varijabla utječe na rezultat.  Koristi opremu na siguran način, a da ima što bolju točnost mjerjenja.  Analizira pravilnosti u podatcima i koristi ih za dokaze i objašnjenja.  Svoje tvrdnje temelji na rezultatima mjerena i opažanja.  Razmatra objektivnost metode i načine poboljšanja.  Raspapravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenu.  Predstavlja svoje ideje, metode i otkrića pomoću jednostavnog izvješća.  Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja</p>

	<p>10. Mjeri snagu trošila u električnom strujnom krugu.</p> <p>11. Mjeri snagu električnoga grijaća.</p> <p>12. Mjeri ovisnost snage solarne ćelije o upadnom kutu svjetlosti.</p> <p>13. Mjeri period titranja (opruga, njihalo, bilo).</p> <p>14. Istražuje gibanja.</p> <p>15. Mjeri ubrzanje slobodnog pada.</p> <p>16. Mjeri ovisnost ubrzanja o masi i sili.</p> <p>17. Mjeri brzinu zvuka.</p> <p>18. Istražuje sjenu i polusjenu</p> <p>19. Mjeri žarišnu daljinu udubljenog zrcala.</p> <p>20. Mjeri ovisnost kuta odbijanja i kuta loma svjetlosti o upadnom kutu.</p> <p>21. Mjeri žarišnu daljinu sabirne leće.</p> <p><b>Prijedlozi učeničkih projekata:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Izrađuje elektromotor.</li> <li>2. Izrađuje elektroskop.</li> <li>3. Izrađuje bateriju.</li> <li>4. Izrađuje elektromagnet.</li> <li>5. Izrađuje kompas.</li> <li>6. Izrađuje val u boci.</li> <li>7. Izrađuje periskop.</li> <li>8. Izrađuje kaleidoskop.</li> <li>9. Izrađuje teleskop.</li> <li>10. Izrađuje solarnu pećnicu.</li> <li>11. Izrađuje fotonaponsku elektranu.</li> </ol> <p><b>Ključni pojmovi:</b> hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uređaj,</p>				prikazuje razmatranu pojavu te je na tom primjeru obrazlaže.
--	--	--	--	--	--

	pogreška mjerena, kontrola varijabla, zaključak				
<b>ABCD. 8. 11</b> <b>Rješava fizičke probleme.</b>  <b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.	Vizualizira situaciju u problemu. Identificira ciljeve rješavanja problema. Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela. Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone. Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rješenje.  <b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, merna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon	Interpretira fizičku situaciju zadalu tekstualno. Prepoznaže zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Opisuje veze među fizičkim veličinama i mernim jedinicama. Navodi poznate primjere. Kvalitativno zaključuje primjenjujući osnovne koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini. Očitava vrijednosti veličina iz grafičkog prikaza.	Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaže matematički model (vezu među veličinama iskazuje formulom). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini usvojenosti ishoda.	Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.	Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.
<b>PREPORUKA:</b> Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka niske složenosti koji su opisani u poglavљu Učenje i poučavanje. Zadatake srednje složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima kao poticaj darovitim učenicima.					
<b>NAPOMENE:</b> Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan. <i>Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.</i> <i>Mjerenje</i> podrazumijeva postupak kojim se saznae vrijednost fizičke veličine izravnim mjeranjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranoj jediničnom mjerom. <i>Određivanje</i> podrazumijeva postupak kojim se saznae vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mijere.					
Domene: A - Struktura tvari, B - Međudjelovanje, C - Gibanje, D - Energija					

## II. Srednja škola

### ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4x2 (4x70 SATI)

Na kraju 1. razreda srednje škole učenik:					
ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C. 1. 1 Analizira pravocrtna gibanja.	<p>Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje. Opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> položaj, put, pomak, vremenski interval, referentni sustav, brzina, akceleracija</p>	<p>Opisuje referentni sustav. Tumači osnovne kinematičke pojmove. Razlikuje srednju i trenutnu brzinu.</p> <p>Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje bez početne brzine.</p>	<p>Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano i jednoliko usporeno gibanje s početnom brzinom.</p> <p>Interpretira značenje nagiba kinematičkih grafova.</p> <p>Interpretira značenje površine ispod <math>v-t</math> grafa.</p> <p>Analizira jednoliko pravocrtno gibanje na temelju zapisa gibanja.</p>	<p>Analizira jednoliko ubrzano gibanje na temelju zapisa gibanja.</p> <p>Opisuje značenje pojma fizičkog modela na primjerima iz kinematike.</p> <p><i>Interpretira značenje površine ispod a-t grafa.</i></p>	<p>Na temelju jednoga grafa koji opisuje gibanje i početnih uvjeta crta ostale grafove. Analizira primjene kinematičkih koncepata (npr. sport, promet).</p>
B. 1. 2 Primjenjuje I. Newtonov zakon.	<p>Opisuje međudjelovanja tijela i vrste sila.</p> <p>Primjenjuje I. Newtonov zakon. Objasnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> sila, masa, tromost, inercijski sustav, relativnost gibanja</p>	<p>Opisuje primjere međudjelovanja tijela. Razlikuje kontaktne sile i sile koje djeluju na daljinu. Povezuje i primjenjuje pojmove tromosti i mase tijela. Tumači značenje I. Newtonova zakona.</p>	<p>Tumači značenje pojma inercijskog sustava. Navodi primjere realnih gibanja koja se mogu modelirati kao jednolika pravocrtna gibanja i povezuje ih s I. Newtonovim zakonom.</p>	<p>Analizira primjere iz mehanike koristeći se I. Newtonovim zakonom. Tumači Galileijev misaoni pokus koji je doveo do principa inercije.</p>	<p>Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja.</p> <p><i>Vrednuje Galileijev doprinos razvoju znanosti.</i></p>

<p><b>BC. 1. 3</b> Primjenjuje II. Newtonov zakon.</p>	<p>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.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> trenje, konstanta elastičnosti, reakcija podloge, napetost niti, dijagram sila, rezultantna sila, <i>domet hitca</i></p>	<p>Opisuje sile kao vektorske veličine, zbraja ih i rastavlja na komponente te određuje rezultantu. Tumači II. Newtonov zakon. Opisuje slobodni pad. Opisuje elastičnu силу. Opisuje силу тренажа. Opisuje сile napetosti niti i reakcije подлоге. Primjenjuje pojmove sile teže, elastične sile, сile тренажа, напетости niti i reakcije подлоге u primjerima.</p>	<p>Prepoznaće istodobno djelovanje više sila na tijelo i prikazuje ih dijagrom sila. Određuje iznos rezultante više sila na pravcu. Grafički prikazuje i tumači ovisnost <math>a(F)</math> i <math>a(1/m)</math>. Tumači statičko i dinamičko trenje. Matematički prikazuje i tumači силу тренажа. Matematički i grafički prikazuje elastičnu силу.</p>	<p>Analizira primjere povezane s primjenom II. Newtonova zakona. Određuje iznos rezultante više sila koje djeluju pod pravim kutom. <i>Opisuje horizontalni hitac.</i></p>	<p>Vrednuje Newtonov doprinos razvoju znanosti i društva. <i>Analizira horizontalni hitac.</i></p>
<p><b>BC. 1. 4</b> Primjenjuje III. Newtonov zakon i zakon očuvanja količine gibanja.</p>	<p>Primjenjuje III. Newtonov zakon. Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja. Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> protusila, količina gibanja, impuls sile, elastični i neelastični sudar, zatvoreni sustav</p>	<p>Tumači III. Newtonov zakon. Objašnjava pojmove količine gibanja i impulsa sile. Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja. Tumači pojam zatvorenog fizičkog sustava. Tumači zakon očuvanja količine gibanja. Opisuje elastični i neelastični sudar i navodi primjere.</p>	<p>Određuje u primjerima odgovarajuće parove sila prema III. Newtonovu zakonu. Na primjerima povezuje impuls sile i promjenu količine gibanja tijela.</p>	<p>Tumači primjere gibanja s pomoću III. Newtonova zakona (npr. hodanje, paradoks konja i kola). Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja na primjerima.</p>	<p>Analizira primjenu III. Newtonova zakona na primjerima. Povezuje zakon očuvanja količine gibanja i III. Newtonov zakon.</p>
<p><b>D. 1. 5</b> Primjenjuje zakon očuvanja energije.</p>	<p>Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju. Tumači i primjenjuje pojmove rada, snage i korisnosti. Primjenjuje zakon očuvanja energije.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> energija, unutrašnja energija, rad, snaga, korisnost</p>	<p>Opisuje primjere pretvorba energije. Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju. Objašnjava pojam rada i matematički ga opisuje. Povezuje rad obavljen na tijelu s promjenom energije tijela. Tumači zakon očuvanja energije. Primjenjuje koncepte rada i snage na primjerima.</p>	<p>Opisuje primjere zakona očuvanja energije. Razlikuje pozitivan i negativan rad i navodi primjere. Razlikuje fizički koncept rada od pojma rada iz svakodnevnog života i navodi primjere. Opisuje unutarnju energiju. Tumači i primjenjuje pojam korisnosti rada i energije.</p>	<p>Analizira primjere koji uključuju primjenu zakona očuvanja energije u situacijama bez trenja. Vrednuje važnost energije za suvremeno društvo. Raspravlja o ekološkim pitanjima pretvorbe energije te korisnosti uređaja. Tumači grafički prikaz rada u F-s dijagramu.</p>	<p>Analizira primjere koji uključuju primjenu zakona očuvanja energije u situacijama s trenjem. Kritički interpretira znanstvene informacije o pitanjima energetike.</p>

<p><b>BC. 1. 6</b></p> <p><b>Analizira kružno gibanje.</b></p>	<p>Analizira kružno gibanje kao jednoliko ubrzano gibanje. Objasnjava i primjenjuje pojam centripetalne sile i centripetalne akceleracije. Primjenjuje Newtonove zakone na primjeru kružnoga gibanja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> jednoliko kružno gibanje, obodna brzina, kutna brzina, centripetalna sila, centripetalna akceleracija</p>	<p>Opisuje primjere jednolikoga kružnoga gibanja. Tumači značenje osnovnih pojmoveva kružnog gibanja (period, frekvencija, kutna brzina, obodna brzina). Crta vektore brzine, akceleracije i ukupne sile u proizvoljnoj točki kružne putanje. Primjenjuje pojam centripetalne akceleracije u primjerima.</p>	<p>Objašnjava uzrok centripetalne akceleracije. Objašnjava pojam centripetalne sile. Prepoznaće u primjerima kružnoga gibanja sile koje imaju ulogu centripetalne sile.</p>	<p>Razmjerno zaključuje o odnosima veličina koje opisuju kružno gibanje. Crti dijagram sila za tijela koja jednoliko kruže u jednostavnim primjerima. Primjenjuje II. Newtonov zakon na primjere jednolikoga kružnoga gibanja.</p>	<p>Analizira primjere povezane s kružnim gibanjem.</p>
<p><b>BC. 1. 7</b></p> <p><b>Opisuje zakon gravitacije i analizira gibanje Zemlje i nebeskih tijela.</b></p>	<p>Tumači povijesni razvoj ideja o gibanju Zemlje i nebeskih tijela. Opisuje tijela u svemiru (zvijezde, planete, galaksije, jata galaksija) i njihova gibanja. <i>Primjenjuje Newtonov zakon gravitacije.</i> <i>Analizira gibanja satelita.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> gravitacijska sila, satelit, planet, zvijezda, galaksija, crna rupa, orbita, bestežinsko stanje, prva kozmička brzina, svemir</p>	<p>Opisuje i skicira putanje planeta oko Sunca. Opisuje Newtonov zakon gravitacije. Opisuje osnovna svojstva i gibanja tijela u svemiru (zvijezda, planeta, galaksija i jata galaksija).</p>	<p>Kvalitativno zaključuje o gibanju tijela na temelju Newtonova zakona gravitacije. Tumači gibanje satelita. <i>Tumači Keplerove zakone.</i> <i>Tumači izraz za prvu kozmičku brzinu.</i> <i>Analizira gibanje satelita.</i> <i>Opisuje nastanak i svojstva crne rupe.</i></p>	<p>Vrednuje utjecaj Newtonova zakona gravitacije na razvoj znanosti i društva.</p> <p><i>Analizira primjere koji uključuju primjenu Newtonova zakona gravitacije.</i></p> <p><i>Tumači drugu kozmičku brzinu.</i></p>	<p>Tumači povijesni razvoj ideja o gibanju Zemlje i nebeskih tijela te promjenljivost znanstvenih ideja. Tumači bestežinsko stanje.</p>

<p><b>ABCD. 1. 8</b> <b>Rješava fizičke probleme.</b></p> <p><b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.</p>	<p>Vizualizira situaciju u problemu. Identificira ciljeve rješavanja problema. Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela. Konstruira plan rješavanja problema. Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone. Vrednuje realne fizikalne situacije. Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rješenje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, merna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon</p>	<p>Interpretira fizičku situaciju zadanu tekstualno. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje fizički model koji opisuje zadanu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.</p>	<p>Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuvisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.</p>	<p>Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku općeg rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.</p>	<p>Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.</p>
<p><b>ABCD. 1. 9</b> <b>Istražuje fizičke pojave:</b></p> <p>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan</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><b>Predloženi pokusi:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Istražuje nejednoliko gibanje (uvodenje trenutačne brzine).</li> <li>Istražuje gibanja pod djelovanjem stalne sile s</li> </ol>	<p>Postavlja relevantna pitanja i navodi pretpostavke. Opisuje pokus. Opisuje sigurnosne mjere. Navodi pribor i mjerne uređaje. Izvodi mjerenja uz pomoć. Bilježi opažanja. Definira osnovne SI jedinice. Koristi Međunarodni (SI) sustav mjernih jedinica. Razlikuje osnovne i izvedene mjerne jedinice.</p>	<p>Objašnjava svrhu eksperimenta. Objašnjava teorijsku podlogu. Skicira pokus. Samostalno sastavlja opremu. Prepoznaje variabile. Prepoznaje varijable koje je potrebno održavati stalnim. Objašnjava svoje pretpostavke. Izvodi pokus prema uputama. Mjerne podatke prikazuje grafički.</p>	<p>Postavlja hipotezu. Samostalno izvodi eksperiment. Raspisavlja o problemima u izvedbi pokusa. Raspisavlja o važnosti kontrole varijabla. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspisavlja o doprinosima pogrešaka u mjerjenju. Računa i tumači relativnu pogrešku.</p>	<p>Navodi dodatna pitanja vezana uz eksperiment, a koja je moguće znanstveno istražiti. Planira uporabu objektivne eksperimentalne metode. Samostalno odabire pribor i postavlja eksperiment. Utvrđuje koje varijable treba mijenjati i mjeriti. Objašnjava sigurnosne mjere. Procjenjuje pogrešku mernog instrumenta.</p>

<p>nastave jedan učenički projekt otvorenog tipa (izborno).</p> <p><b>Napomena:</b> Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.</p>	<p>pomoću dinamometra, kolica i tipkala.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Mjeri vrijeme reakcije.</li> <li>4. Istražuje elastičnu silu i mjeri konstantu opruge.</li> <li>5. Istražuje silu trenja.</li> <li>6. Primjenjuje zakon očuvanja energije.</li> <li>7. Primjenjuje zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja s dvjema lopticama, ravnalom i plastičnom cijevi.</li> <li>8. Istražuje gibanja planeta s pomoću računalne simulacije.</li> <li>9. Istražuje gibanja s pomoću detektora gibanja ili simulacije.</li> </ol> <p><b>Ključni pojmovi:</b> hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjeri uredaj, račun pogreške, pogreška mjerena, kontrola varijabla, zaključak</p>	<p>Navodi rezultate mjerena s mernim jedinicama.</p> <p>Mjerne podatke prikazuje tablično.</p> <p>Prepoznaje grube pogreške mjerena.</p> <p>Interpretira značenje zapisa mjerene veličine s pogreškom.</p> <p>Pravilno zaokružuje izmjerene vrijednosti.</p> <p>Formulira zaključak.</p> <p>Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku.</p> <p>Kvalitativno interpretira rezultate mjerena.</p> <p>Objašnjava zaključke.</p> <p>Sastavlja jednostavno izvješće.</p> <p>Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p> <p>Oslanja se na podatke iz istraživanja da bi podupro svoje zaključke.</p>	<p>Predlaže poboljšanja u postupku mjerena.</p> <p>Opisuje trendove podataka i koristi ih kod zaključivanja.</p> <p>Uspoređuje rezultate mjerena s modelom.</p> <p>Povezuje podatke iz različitih izvora, Predstavlja svoje ideje, metode i otkrića koristeći znanstveni jezik i odgovarajuće prikaze.</p> <p>Prezentira rezultate koristeći se IKT-om.</p> <p>Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.</p>
--	---	---	--	---	---

#### PREPORUKA:

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

#### NAPOMENE:

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

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

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

*Određivanje* podrazumijeva postupak kojim se saznae vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mijere.

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

ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4x2 (4x70 SATI)

Na kraju 2. razreda srednje škole učenik:					
ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
<b>AB. 2. 1</b> Primjenjuje zakone statike fluida.	<p>Objašnjava sile u fluidima, pritisak i tlak.</p> <p>Objašnjava načelo hidrauličkog tjeska.</p> <p>Objašnjava nastanak hidrostatskog i atmosferskog tlaka.</p> <p>Objašnjava ravnotežu tijela uronjenog u fluid.</p> <p>Primjenjuje silu uzgona.</p> <p>Primjenjuje zakone statike fluida na primjerima.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fluid, hidrostatski tlak, atmosferski tlak, hidraulički tlak, Pascalov zakon, vakuum, uzgon</p>	<p>Tumači koncept tlaka. Povezuje silu uzgona s Arhimedovim zakonom. Objavljava podrijetlo hidrostatskog, atmosferskog, hidrauličkog tlaka.</p>	<p>Objašnjava načelo rada hidrauličkog uređaja. Objavljava utjecaj hidrostatskog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo. Crti dijagram sila na tijelo uronjeno tijelo u fluid. Objavljava uvjete lebdenja, plutanja i tonjenja tijela u fluidu te opisuje odgovarajuće pojave u prirodi.</p>	<p>Objašnjava Pascalov zakon. Tumači Toricellijev pokus. Primjenjuje koncept uzgona. Primjenjuje zakone statike fluida za objašnjenje opasnosti (npr. tijekom ronjenja, boravka u svemiru, visokogorskog planinarenja).</p>	<p><i>Objašnjava kontekst povijesnog pokusa s magdeburškim polukuglama.</i> Objašnjava podrijetlo uzgona. Objašnjava primjene statike fluida.</p>
<b>AC. 2. 2</b> Primjenjuje model čestične grade tvari.	<p>Objašnjava strukturu tvari.</p> <p>Objašnjava Brownovo gibanje i difuziju.</p> <p>Objašnjava četiri agregacijska stanja tvari i međumolekulsko djelovanje.</p> <p>Objašnjava toplinsko širenje tijela i primjene.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> molekula, atom, difuzija, međumolekulsko djelovanje, titranje molekula, linearni koeficijent širenja</p>	<p>Tumači agregacijska stanja s pomoću gibanja čestica i međumolekulskih sila. Crti modele agregacijskih stanja.</p> <p>Objašnjava primjere koji demonstriraju čestičnu strukturu tvari.</p> <p>Objašnjava primjenu volumnog širenja tijela pri mjerenu temperature.</p>	<p>Tumači Brownovo gibanje. Objavljava toplinsko širenje tvari s pomoću čestično-kinetičkog modela. Povezuje koeficijente linearnog i volumnog širenja tijela.</p>	<p>Objašnjava difuziju Brownovim gibanjem molekula. Opisuje anomaliju vode i važnost te pojave za žive sustave. Opisuje plazmu i navodi primjere.</p>	<p>Objašnjava ovisnost međumolekulske sile o udaljenosti molekula i njezin utjecaj na gradu i svojstva tvari.</p> <p>Objašnjava primjene toplinskog širenja tvari.</p> <p><i>Objašnjava Boškovićev model tvari.</i></p>

<b>AD. 2. 3</b> <b>Analizira i primjenjuje plinske zakone i molekulsko-kinetički model plina.</b>	Analizira izokornu, izobarnu i izotermnu promjena stanja plina. Primjenjuje molekulsko-kinetičku teoriju plinova i model idealnog plina.  <b>Ključni pojmovi:</b> izokora, izoterma, izobara, termodinamička temperatura, jednadžba stanja plina,množina tvari	Opisuje termodinamičke veličine. Opisuje plinske zakone. Opisuje model idealnog plina i tumači nastanak tlaka.	Matematički i grafički opisuje promjene stanja plina. Tumači jednadžbu stanja plina. Objašnjava apsolutnu nulu temperature s pomoću $p-t$ ili $V-t$ grafičkog prikaza. Tumači značenje temperature s pomoću molekulsko-kinetičke teorije.	Analizira plinske zakone s pomoću grafičkih prikaza. Matematički opisuje i primjenjuje vezu između srednje kinetičke energije i temperature.	Objašnjava ponašanje realnih plinova. Raspravlja o ograničenjima modela idealnog plina. <b>Objašnjava svojstva plazme.</b>
<b>D. 2. 4</b> <b>Analizira termodinamičke procese i sustave.</b>	Analizira termodinamičke sustave i procese. Objašnjava promjenu unutarnje energije toplinom i radom. Primjenjuje I. i II. zakon termodinamike. Objašnjava rad toplinskih strojeva i analizira njegovu korisnost.  <b>Ključni pojmovi:</b> termodinamička ravnoteža, unutarnja energija, toplina,vođenje, strujanje i zračenje, specifični toplinski kapacitet, rad plina, kružni proces, adijabatski procesi, <i>perpetuum mobile</i> , <i>entropija</i>	Prepoznaće termodinamičke sustave i procese u primjerima iz života. Tumači unutarnju energiju tijela s pomoću molekulsko-kinetičke teorije. Objašnjava koncept topline. Tumači oblike prijelaza topline (strujanje, vođenje i zračenje) na primjerima. Objašnjava specifični toplinski kapacitet.	Povezuje toplinu i rad s promjenom unutarnje energije na primjerima. Prikazuje grafički ovisnost termodinamičkih veličina u kružnom procesu. Primjenjuje Richmannovo pravilo. Objašnjava latentnu toplinu taljenja i isparavanja. Objašnjava graf ovisnosti temperature tijela o dovedenoj toplini za promjene stanja od krutog do plinovitog.	Objašnjava rad plina kod izobarne promjene stanja. Analizira rad u p-V dijagramu. Primjenjuje I. zakon termodinamike. Objašnjava kružni proces i načelo rada toplinskog stroja. Objašnjava ulogu toplinskih strojeva u razvoju civilizacije. Vrednuje ekološki prihvatljiva rješenja korištenja energije.	Na primjerima raspravlja o nemogućnosti izrade <i>perpetuum mobile</i> prve i druge vrste. Raspravlja o negativnim učincima degradacije energije i ograničenosti neobnovljivih izvora energije. <b>Opisuje pojam entropije.</b>
<b>AB. 2. 5</b> <b>Objašnjava elektrostatičke pojave,primjenjuje koncepte i zakone elektrostatike.</b>	Objašnjava elektriziranje tijela. Primjenjuje Coulombov zakon. Primjenjuje zakon očuvanja naboja.  <b>Ključni pojmovi:</b> električni naboj, osnovni naboj, elektroskop, kulon	Tumači pojmove: osnovni naboj, električki neutralno tijelo,električki nabijeno tijelo. Primjenjuje zakon očuvanja naboja na primjerima. Opisuje pojave influencije i polarizacije. Tumači Coulombov zakon.	Uspoređuje električki nabijena i neutralna tijela. Crti shematske prikaze raspodjele naboja i međudjelovanja na primjerima. Objašnjava prirodne pojave statičkog elektriciteta: munje, elektriziranje kose ili odjeće.	Uspoređuje djelovanje gravitacijske i električne sile na primjeru nabijenih čestica. Primjenjuje Coulombov zakon na primjerima.	Objašnjava pojave influencije i polarizacije. Opisuje mogućnost detekcije atoma s pomoću međuatomske sile (AFM). <b>Samostalno istražuje povijest elektrostatike i njenu primjenu.</b>

<p><b>BD. 2. 6</b> <b>Opisuje električno polje.</b></p>	<p>Opisuje električno polje. Objasnjava električnu potencijalnu energiju i primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju. Primjenjuje koncept električnog napona i potencijala. Analizira gibanje naboja u električnom polju. Objasnjava pojam električnog kapaciteta i opisuje kondenzator.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> električne silnice, elektronvolt, kondenzator, kapacitet kondenzatora</p>	<p>Opisuje električno polje i crta silnice polja točkastog naboja, nabijene kugle i paralelnih ploča. Određuje vektor električnog polja i sile na zadani naboju u proizvoljnoj točki polja. Objasnjava pojam električnog napona.</p>	<p>Opisuje promjenu potencijalne energije pri pomicanju naboja u električnom polju. Objasnjava elektronvolt kao mjeru jedinicu. Opisuje kondenzator i objasnjava pojam električnog kapaciteta energije.</p>	<p>Objasnjava električno polje pri površini Zemlje. Primjenjuje superpoziciju električnih polja. Primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju. Tumači izraz za kapacitet pločastoga kondenzatora.</p>	<p>Analizira gibanje naboja u električnom polju. <i>Objasnjava koncept električnog potencijala.</i> <i>Opisuje elektricitet živih bića.</i></p>
<p><b>CD. 2. 7</b> <b>Primjenjuje zakone elektrodinamike u električnom strujnom krugu.</b></p>	<p>Objasnjava model vođenja električne struje. Tumači Ohmov zakon za vodič i za cijeli električni strujni krug. Objasnjava rad i snagu u električnom strujnom krugu. Analizira električni strujni krug. Objasnjava opasnosti od električne struje. Objasnjava zaštitu od strujnog udara.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> slobodni elektroni, pokretljivi ioni, električna struja, električni otpor, otpornost, elektromotorni napon, unutarnji otpor izvora</p>	<p>Opisuje električnu struju i otpor u metalima i elektrolitima. Objasnjava električnu struju i njezin smjer. Opisuje Ohmov zakon. Shematski prikazuje jednostavne električne strujne krugove. Objasnjava način spajanja ampermetra i voltmetra te važnost odabira mjerne područja. Objasnjava opasnosti, te sigurnosne mjere pri rukovanju električnim uređajima.</p>	<p>Objasnjava električni otpor. Tumači izraz za električni otpor vodiča. Objasnjava otpornost kao svojstvo materijala. Primjenjuje Ohmov zakon na paralelni i serijski spoj otpornika u električnom strujnom krugu. Objasnjava pretvorbu energije u vodiču pri prolasku električne struje. Uspoređuje tipične snage električnih uređaja u svakodnevnoj upotrebi. Objasnjava načelo rada električnog osigurača.</p>	<p>Analizira električne strujne krugove s jednim izvorom. Objasnjava nastanak električnog napona u baterijama.</p>	<p>Objasnjava utjecaj temperature na otpornost vodiča. Kvalitativno opisuje osnovna svojstva supravodiča i njihovu primjenu.</p>

<p><b>ABCD. 2. 8</b> <b>Rješava fizičke probleme.</b></p> <p><b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.</p>	<p>Vizualizira situaciju u problemu. Identificira ciljeve rješavanja problema. Izbire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela. Konstruira plan rješavanja problema. Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone. Vrednuje realne fizikalne situacije. Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rješenje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, merna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon</p>	<p>Interpretira fizičku situaciju zadatu tekstualno. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaže zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaže fizički model koji opisuje zadanu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.</p>	<p>Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuvisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.</p>	<p>Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku općeg rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.</p>	<p>Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.</p>
<p><b>ABCD. 2. 9</b> <b>Istražuje fizičke pojave:</b></p> <p>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje najmanje pet eksperimentalnih istraživanja b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan</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>Prijedlog učeničkih eksperimentalnih istraživanja: 1. Mjeri gustoću tijela/tekućine s pomoću uzgona. 2. Mjeri silu uzgona. 3. Istražuje Pascalov zakon i njegovu primjenu.</p>	<p>Objašnjava svrhu eksperimenta i navodi pretpostavke. Opisuje i skicira pokus. Objašnjava sigurnosne mjere. Opisuje prilog i mjerne uređaje. Opisuje varijable. Izvodi pokus prema uputi. Bilježi opažanja. Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički. Kvalitativno interpretira rezultate mjerena. Navodi moguće grube pogreške mjerena.</p>	<p>Postavlja hipotezu. Objašnjava svoje pretpostavke. Opisuje varijable koje je potrebno održavati stalnim a koje mijenjati. Izvodi mjerjenja prema uputama. Prepoznaže grube pogreške mjerena. Raspisuje o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenu. Računa i tumači relativnu pogrešku. Interpretira rezultate mjerena.</p>	<p>Objašnjava uporabu objektivne eksperimentalne metode. Samostalno izvodi eksperiment. Procjenjuje pogrešku mernog instrumenta i pogrešku mjerena. Objašnjava teorijsku podlogu. Analizira te prikazuje pravilnosti i trendove podataka i koristi ih za donošenje zaključaka. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku.</p>	<p>Postavlja istraživačka pitanja za probleme koje je moguće znanstveno istražiti. Koristi se dodatnom literaturom. Odabire opremu koja poboljšava objektivnost i točnost mjerena. Razmatra sigurnost i etičnost odabrane eksperimentalne metode. Identificira varijable koje je potrebno kontrolirati, mijenjati i mjeriti. Predlaže poboljšanja u metodi mjerena i mernim instrumentima.</p>

<p>nastave jedan učenički projekt (izborni).</p> <p><b>Napomena:</b> Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.</p>	<p>4. Istražuje ovisnosti tlaka plina o obujmu uz konstantnu temperaturu.</p> <p>5. Istražuje promjene unutarnje energije tijela prijelazom topline.</p> <p>6. Istražuje promjene unutarnje energije tijela radom.</p> <p>7. Istražuje ovisnosti otpora o vrsti materijala, površini poprečnog presjeka i duljini vodiča.</p> <p>8. Mjeri strujno-naponska svojstva žaruljice i otpornika.</p> <p>9. Mjeri ovisnosti Jouleove topline o električnoj struci.</p> <p>10. Mjeri unutarnji otpor izvora električne struje.</p> <p>11. Istražuje fizičke veličine koje utječu na električnu vodljivost slane vode.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjeri uredaj, račun pogreške, pogreška mjerjenja, kontrola varijabla, zaključak</p>	<p>Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Formulira zaključak. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Oslanja se na dokaze da bi poduprije svoje zaključke. Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje. Sastavlja izvješće. Objasnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Raspisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Predlaže poboljšanja u postupku mjerjenja. Računa pogreške mjerjenja izvedenih veličina. Koristi odgovarajući jezik i prikaze za predstavljanje znanstvenih ideja, metoda i rezultata.</p>
---	--	---	---	--	---

**PREPORUKA:** Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavljju Učenje i poučavanje. U drugom razredu preporučuje se zadatke veće složenosti primjenjivati samo u ishodima 1 i 7.

#### NAPOMENE:

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

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

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

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

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

ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4x2 (4x70 SATI)

Na kraju 3. razreda srednje škole učenik:					
ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
<b>AB. 3. 1</b> <b>Opisuje svojstva magneta i analizira vezu između električne struje i magnetizma.</b>	<p>Opisuje svojstva magneta i magnetsko polje. Povezuje nastanak magnetskog polja s gibanjem naboja. Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> magnetske domene, magnetsko polje, linije magnetskog polja, elektromagnet, tesla</p>	<p>Opisuje magnetsko polje jednog i dvaju magneta te ga prikazuje linijama magnetskog polja. Opisuje Oerstedov pokus. Crti i matematički opisuje polje oko ravnog vodiča i polje unutar zavojnice. Opisuje primjere jakih i slabih magnetskih polja. Opisuje primjene elektromagneta.</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>	<p>Analizira čimbenike koji utječu na polje elektromagneta. Objašnjava razliku između homogenog i nehomogenog magnetskog polja. <i>Raspravlja o mogućem utjecaju magnetskog polja električnih uređaja na zdravlje ljudi (odašiljači, dalekovodi).</i> <i>Opisuje pojavu paramagnetizma na primjerima.</i> <i>Objašnjava Zemljin magnetizam.</i></p>	<p>Primjenjuje superpoziciju magnetskih polja. Opisuje primjene magnetizma tvari u informatici i tehnologiji. <i>Koristi se konceptom magnetskih domena za tumačenje feromagnetskih svojstava.</i> <i>Objašnjava djelovanje Lorentzove sile u uređaju poput magnetrona ili ciklotrona.</i></p>
<b>B. 3. 2</b> <b>Analizira magnetsko međudjelovanje i objašnjava primjene.</b>	<p>Opisuje međudjelovanje magneta. Povezuje Amperovu i Lorentzovu silu. Analizira gibanje naboja u magnetskom polju. Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima teče električna struja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> Amperova sila, Lorentzova sila</p>	<p>Opisuje Lorentzovu silu i Amperovu silu na primjerima. Opisuje vezu između Amperove i Lorentzove sile.</p>	<p>Objašnjava putanje nabijene čestice u magnetskom polju. Objašnjava primjenu Amperove sile u uređajima (<i>poput DC motora, zvučnika, magnetskog diska,...</i>) .</p>	<p>Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima teče električna struja (definira amper). <i>Objašnjava djelovanje Lorentzove sile u uređaju poput magnetrona ili ciklotrona.</i></p>	<p>Matematički povezuje Amperovu i Lorentzovu silu. <i>Povezuje zaštitu Zemlje od Sunčeva vjetra i polarnu svjetlost s Lorentzovom silom.</i></p>

<p><b>BC. 3. 3</b> <b>Analizira elektromagnetsku indukciju i primjene.</b></p>	<p>Primjenjuje Faradayev zakon. Analizira primjene elektromagnetske indukcije. Uspoređuje svojstva istosmjerne i izmjenične električne struje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> elektromagnetska indukcija, magnetski tok, Lenzovo pravilo, generator, transformator, izmjenična električna struja, efektivna vrijednost</p>	<p>Opisuje pojavu elektromagnetske indukcije. Grafički opisuje svojstva izmjenične električne struje. Opisuje transformator i njegovu primjenu. Opisuje doprinos Nikole Tesle razvoju tehnologije izmjenične električne struje.</p>	<p>Opisuje pojam magnetskog toka. Tumači Faradayev zakon. Opisuje načelo rada generatora. Tumači prednosti i nedostatke izmjenične i istosmjerne električne struje. Objašnjava efektivnu vrijednost izmjenične električne struje.</p>	<p>Analizira utjecaj relevantnih varijabla na inducirani napon. Objašnjava načelo rada transformatora.</p> <p><i>Analizira pojavu elektromagnetske indukcije na primjerima (npr. pri komunikaciji i prijemu RTV programa, pri procesiranju zvučnih zapisa).</i></p>	<p>Objašnjava pojavu inducirano napona između krajeva ravnog vodiča koji se giba u magnetskom polju.</p> <p><i>Primjenjuje Lenzovo pravilo na primjerima.</i></p>
<p><b>CD. 3. 4</b> <b>Analizira harmonijsko titranje.</b></p>	<p>Opisuje harmonijsko titranje Analizira titranje matematičkog njihala i tijela na opruzi. Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator.</p> <p><i>Povezuje harmonijsko titranje i jednoliko gibanje po kružnici.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> period, frekvencija, elongacija, amplituda, kružna frekvencija, povratna sila, rezonancija, prisilno i prigušeno titranje</p>	<p>Opisuje jednostavne harmonijske oscilatore. Povezuje period i frekvenciju titranja. Opisuje pretvorbe energije kod titranja matematičkog njihala i tijela na opruzi. Očitava period i amplitudu titranja iz grafičkog prikaza.</p>	<p>Tumači matematički opis harmonijskog titranja. Razlikuje harmonijsko od ostalih vrsta titranja. Prepoznačuje povratnu silu u različitim primjerima titranja. Raspisuje o vrijednostima brzine i sile pri titranju. Opisuje na primjerima prisilno i prigušeno titranje te pojavu rezonancije.</p>	<p>Grafički prikazuje ovisnost elongacije titranja o vremenu. Objašnjava povratnu silu matematičkog njihala. Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator.</p> <p><i>Matematički povezuje titranje i kružno gibanje.</i></p>	<p>Objašnjava i primjenjuje pojam kružne frekvencije. Grafički prikazuje ovisnost brzine i akceleracije titranja o vremenu. Analizira primjere harmonijskih oscilatora u tehnologiji.</p>
<p><b>CD. 3. 5</b> <b>Objašnjava nastanak vala i analizira valna svojstva.</b></p>	<p>Objašnjava nastanak vala. Opisuje zakon odbijanja vala na čvrstom i slobodnom kraju. Opisuje lom vala. Objašnjava ogib i interferenciju. Primjenjuje Huygensov princip</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> valna duljina, brzina vala, longitudinalni i transverzalni val, valna fronta, ogib, interferencija</p>	<p>Opisuje nastanak mehaničkog vala (longitudinalnog i transverzalnog). Povezuje putujući val i širenje energije. Prepoznačuje odbijanje, lom, ogib i interferenciju valova na primjerima. Opisuje i skicira odbijanje i lom vala. Povezuje valnu duljinu s frekvencijom i brzinom vala.</p>	<p>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.</p>	<p>Tumači jednadžbu ravnog vala. Objašnjava razliku odbijanja na čvrstom kraju i na slobodnom kraju sredstva. Tumači uvjete konstruktivne i destruktivne interferencije. Matematički i crtežom opisuje interferenciju dvaju valova.</p>	<p>Objašnjava ogib vala s pomoću Huygensova principa. Analizira čimbenike koji utječu na interferencijsku sliku.</p>

<p><b>CD. 3. 6</b> <b>Analizira valna svojstva zvuka.</b></p>	<p>Opisuje nastanak zvučnog vala. Objasnjava nastanak stojnog vala. Skicira stojni val u glazbenim instrumentima. <i>Objasnjava Dopplerov učinak. Opisuje zvučno zagađenje.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> stojni val, ultrazvuk, <i>intenzitet zvuka, decibel</i></p>	<p>Opisuje nastanak zvučnog vala. Navodi raspon čujnih frekvencija i definira ultrazvuk. Navodi primjere primjene ultrazvuka. <i>Opisuje primjere odbijanja, ogiba i interferencije zvuka. Opisuje pojavu rezonancije na primjeru gitare ili glazbene vilice. Opisuje Dopplerov učinak na primjerima.</i></p>	<p>Opisuje nastanak stojnog vala. Skicira modove stojnog vala na žici i u cijevi. Objasnjava pojavu rezonancije na primjerima različitih glazbenih instrumenata. <i>Objasnjava Dopplerov učinak crtanjem valnih fronta na primjerima relativnoga gibanja izvora zvuka u odnosu na opažača. Definira prag čujnosti, mjeru jedinicu decibel te navodi izvore zvučnog zagađenja.</i></p>	<p>Objasnjava osnovno načelo ultrazvučne dijagnostike. <i>Kvalitativno objasnjava ovisnost brzine širenja zvuka o sredstvu. Objasnjava interferenciju valova zvuka iz dvaju izvora. Nabraja primjene Dopplerova učinka (policijski radar, protok krov, oslikavanje morskog dna). Uspoređuje razine različitih izvora zvuka iz svakodnevnog života.</i></p>	<p>Objasnjava uho kao prijamnik zvučnog vala. <i>Objasnjava načelo ugadanja žičanih instrumenata s pomoću rezonancije. Kvalitativno objasnjava probijanje zvučnog zida.</i></p>
<p><b>D. 3. 7</b> <b>Primjenjuje zakone geometrijske optike.</b></p>	<p><i>Primjenjuje zakon odbijanja ravnog zrcala. Primjenjuje Snellov zakon. Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti. Konstruira sliku predmeta koju stvara leće. Opisuje razlaganje svjetlosti. Opisuje nastanak slike kod optičkih instrumenata: mikroskop, teleskop, čovječje oko.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> indeks loma, potpuno odbijanje, granični kut, prizma, sabirne i rastresne leće, karakteristične zrake, realna i virtualna slika</p>	<p><i>Opisuje zakone geometrijske optike. Crti i opisuje sliku predmeta nastalog odbijanjem kod ravnog zrcala. Crti i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti kod sabirne leće. Opisuje razliku između sabirne i rastresne leće.</i></p>	<p><i>Crtežom i matematičkim izrazom opisuje lom zrake svjetlosti na granici dvaju optički različitih sredstava. Povezuje brzinu širenja svjetlosti u tvari s indeksom loma. Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti te primjene (svjetlovod, optički kabel). Crti i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti kod divergentne leće. Kvalitativno opisuje princip rada i uporabu optičkih pomagala poput povećala i naočala.</i></p>	<p><i>Kvalitativno opisuje oko kao optički uređaj i objasnjava dalekovidnost, kratkovidnost, jakost leće i dioptriju. Crtežom i matematičkim izrazom opisuje potpuno odbijanje svjetlosti na granici dvaju optički različitih sredstava. Kvalitativno opisuje razlaganje svjetlosti i nastanak duge.</i></p>	<p>Objasnjava nastanak slike kod mikroskopa i teleskopa. Primjenjuje jednadžbu leće.</p>
<p><b>ABCD 3. 8</b> <b>Rješava fizičke probleme.</b></p> <p><b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu</p>	<p>Vizualizira situaciju u problemu. Identificira ciljeve rješavanja problema. Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela. Konstruira plan rješavanja problema.</p>	<p>Interpretira i primjenjuje tablične, slikovne, grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi</p>	<p>Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuvisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku</p>	<p>Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Procjenjuje mogućnost primjene te traži izvor</p>	<p>Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Povezuje veći broj zakonitosti, pravila i relacija. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.</p>

	<p>Idealizira, aproksimira i vrednuje realne fizikalne situacije.</p> <p>Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.</p> <p>Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.</p> <p>Vrednuje postupak i rješenje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, merna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon</p>	<p>pripadajuće im simbole i mjerne jedinice.</p> <p>Pretvara mjerne jedinice.</p> <p>Opisuje zadanu situaciju fizičkim modelom.</p> <p>Primjenjuje odgovarajući matematički model (relaciju).</p> <p>Računa i iskazuje traženu veličinu.</p> <p>Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.</p>	<p>veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja.</p> <p>Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.</p>	<p>poteškoća u slučaju nerealnog rezultata.</p> <p>Kvalitativno zaključuje povezujući veći broj koncepata i/ili zahtjevnije koncepte, vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.</p>	Predlaže vlastite probleme.
<p><b>ABCD 3.9</b></p> <p><b>Istražuje fizičke pojave:</b></p> <p>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja</p> <p>b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija</p> <p>c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave učenički projekt ili istraživanje otvorenog tipa (izborno).</p> <p><b>Napomena:</b> Učitelji uz predloženamogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.</p>	<p>Istražuje prirodne pojave.</p> <p>Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.</p> <p>Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.</p> <p>Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.</p> <p>Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.</p> <p><b>Predloženi pokusi i istraživanja:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ispituje djelovanja permanentnog magneta na različite materijale.</li> <li>Istražuje utjecaj broja namotaja zavojnice na jakost elektromagneta.</li> <li>Istražuje ovisnost perioda titranja o duljini njihala.</li> <li>Mjeri akceleraciju slobodnog pada s pomoću njihala.</li> <li>Istražuje ovisnost perioda titranja opruge o masi utega.</li> <li>Istražuje ogib i interferenciju valova na vodi.</li> </ol>	<p>Postavlja hipotezu.</p> <p>Objašnjava svoje pretpostavke.</p> <p>Opisuje i objašnjava pribor i mjerne uređaje.</p> <p>Skicira i objašnjava pokus.</p> <p>Izvodi pokus prema uputama.</p> <p>Kontrolira varijable tijekom eksperimenta.</p> <p>Mjeri potrebne fizičke veličine.</p> <p>Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički.</p> <p>Interpretira rezultate mjerena.</p> <p>Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku.</p> <p>Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje.</p> <p>Donosi zaključke.</p> <p>Sastavlja izvješće.</p> <p>Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Odabire pribor i postavlja eksperiment.</p> <p>Samostalno izvodi eksperiment.</p> <p>Objašnjava koje je varijable potrebno održavati stalnim a koje mijenjati</p> <p>Objašnjava funkcionalnu ovisnost varijabla.</p> <p>Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenu.</p> <p>Procjenjuje pogrešku mernog instrumenta.</p> <p>Uočava funkcionalnu ovisnost varijabla.</p> <p>Objašnjava zaključke.</p> <p>Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Razmatra etičnost i sigurnost eksperimenta.</p> <p>Objašnjava kako se modifikacijom metode može poboljšati kvalitet mernih podataka.</p> <p>Objašnjava teorijsku podlogu.</p> <p>Koristi se dodatnom literaturom.</p> <p>Raspravlja o važnosti kontrole varijabla.</p> <p>Provodi račun pogreške.</p> <p>Objašnjava doprinose pogreškama u mjerenu.</p> <p>Uspoređuje rezultate mjerena s modelom.</p> <p>Vrednuje proceduru i rezultate mjerena.</p> <p>Analizira odnose između varijabli. Analizira te prikazuje pravilnosti i trendove podataka i koristi ih za donošenje zaključaka.</p> <p>Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku.</p>	<p>Predlaže način testiranja hipoteze.</p> <p>Oblikuje i provodi eksperiment.</p> <p>Dizajnira metode koje uključuju kontrolu i precizno mjerjenje varijabli te sustavno prikupljanje podataka.</p> <p>Otkriva nedosljednosti u rezultatima.</p> <p>Analizira metodu i kvalitetu mernih podataka</p> <p>Prepoznaće i analizira alternativna objašnjenja i modele.</p> <p>Objašnjava aktivnosti za poboljšanje kvalitete dokaza.</p> <p>Koristi odgovarajući jezik i prikaze za izvještavanje i raspravu o svojim idejama i tvrdnjama.</p> <p>Prezentira rezultate s pomoću IKT-a.</p> <p>Razmjenjuje informacije.</p>

	<p>7. Mjeri specifičnu masu niti s pomoću stojnog vala.</p> <p>8. Istražuje uvjete nastanka stojnog vala zvuka u Kundtovoj cijevi.</p> <p>9. Mjeri žarišnu duljinu sabirne leće.</p> <p>10. Mjeri indeks loma stakla/plastike.</p>			<p>Raspisavlja o pojavi u prirodi, prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.</p>
<b>PREPORUKA:</b>					
Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje. U trećem razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodima 3 i 4.					
<b>NAPOMENE:</b>					
Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.					
<i>Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.</i>					
<i>Mjerenje</i> podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjeranjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranim jediničnom mjerom.					
<i>Određivanje</i> podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mijere.					
Domene: A - Struktura tvari, B - Međudjelovanje, C - Gibanje, D - Energija					

ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4X2 (3x70 + 1x64 SATI)

Na kraju 4. razreda srednje škole učenik:					
ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
D. 4. 1 <i>Analizira valnu prirodu svjetlosti.</i>	<p>Opisuje svjetlost kao val. Analizira ogib i interferenciju svjetlosti. Opisuje raspršenje i polarizaciju svjetlosti.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> nekoherentna i koherentna svjetlost, fazni pomak Youngov pokus, raspršenje svjetlosti, optička rešetka, <i>Brewsterov kut</i></p>	<p>Opisuje osnovne pojmove valne optike: lom, ogib, interferenciju i polarizaciju svjetlosti. Opisuje Youngov pokus. Objašnjava razliku između koherentne i nekoherentne svjetlosti.</p>	<p>Objašnjava Youngov pokus. Opisuje pojavu polarizacije i interferencije svjetlosti u prirodi (<i>npr. sloj ulja na vodi, perje ptica, mjeđur sapunice, polarizacijske naočale, dvolomac</i>) i primjene u tehnologiji.</p> <p><i>Objašnjava nastanak duge i raspršenje svjetlosti u Zemljinoj atmosferi.</i></p>	<p>Matematički i grafički opisuje nastanak spektra na optičkoj rešetki. Raspravlja o primjenama polarizirane svjetlosti. <i>Kvalitativno i grafički opisuje potpunu polarizaciju svjetlosti (Brewsterov kut).</i></p>	<p>Analizira utjecaj valne duljine na interferencijsku sliku u Youngovu pokusu i na rešetki. <i>Opisuje ogib rendgenskih zraka na kristalima i njegovu važnost u izučavanju strukture tvari.</i> <i>Opisuje načela holografije.</i></p>
D. 4. 2 <i>Objašnjava nastanak, svojstva i primjene elektromagnetskih valova.</i>	<p>Analizira elektromagnetske valove. Opisuje izvore elektromagnetskog zračenja. Opisuje energijski spektar elektromagnetskog zračenja. Objašnjava vrste elektromagnetskog zračenja i primjene. Objašnjava utjecaj elektromagnetskog zračenja na Zemlju i živi svijet.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> elektromagnetski valovi, elektromagnetsko zračenje, elektromagnetski spektar</p>	<p>Opisuje model elektromagnetskog vala. Uspoređuje brzinu širenja elektromagnetskog vala kroz različita sredstva. Navodi vrste valova u elektromagnetskom spektru. Navodi koje su vrste elektromagnetskih valova izrazito štetne za ljude.</p>	<p>Objašnjava razliku između elektromagnetskog i mehaničkog vala. Opisuje svojstva (valnu duljinu i frekvenciju) te primjenu različitih vrsta elektromagnetskih valova. Opisuje utjecaj različitih vrsta elektromagnetskih valova na živi svijet.</p>	<p>Povezuje valnu duljinu vala detektora s veličinom objekta koji se promatra(radar, svjetlosni mikroskop, rendgensko zračenje). Objašnjava prijenos informacija s pomoću elektromagnetskih valova. Opisuje izvore i ulogu infracrvenog zračenja.</p>	<p>Opisuje različite načine nastajanja i rasprostiranja pojedinih elektromagnetskih valova. <i>Kvalitativno opisuje sadržaj Maxwellovih jednadžbi za vakuum.</i></p>

<p><b>ABD. 4. 3</b>  <b>Analizira valno-čestičnu prirodu svjetlosti i tvari.</b></p>	<p>Matematički opisuje i analizira fotoelektrični učinak.  Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja.  Opisuje de Broglieuovu hipotezu i difrakciju elektrona.  Interpretira valnu funkciju.  <i>Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  foton, Planckova konstanta, fotoelektrična celija, kvantizacija energije, valna funkcija</p>	<p>Opisuje fotoelektrični učinak.  Opisuje koncept fotona i njegovu energiju.  Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja.  Opisuje primjene fotoelektrične celije.  Tumači de Broglieuovu hipotezu.</p>	<p>Kvalitativno i matematički opisuje fotoelektrični učinak.  Objašnjava princip rada fotoelektrične celije.</p>	<p>Kvalitativno opisuje ovisnost intenziteta zračenja crnoga tijela o valnoj duljini i primjenu pri mjerenu temperature udaljenih tijela.  <i>Analizira strujno-naponska svojstva fotoelektričnog učinka te interpretira odsječke na osima i nagib grafa.</i>  <i>Opisuje načelo rada elektronskog mikroskopa.</i></p>	<p>Objašnjava pokus s ogibom elektrona na dvjema pukotinama.  Interpretira valnu funkciju.  Opisuje u glavnim crtama ideje kvantne mehanike.  <i>Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti.</i></p>
<p><b>AD. 4. 4</b>  <b>Analizira modele atoma i energetske spektre.</b></p>	<p>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).</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  kontinuirani i linijski spektar, kvantizacija energije, energijska razina, kvantni skok, osnovno i pobudeno stanje, kvantni brojevi, <i>stimulirana emisija fotona</i>, učinak staklenika</p>	<p>Opisuje modele atoma (Rutherfordov, Bohrov, kvantno-mehanički).  Opisuje linijski i kontinuirani spektar te ih povezuje s izvorima svjetlosti.  Povezuje emisijski i apsorpcijski spektar s elektronskim prijelazima u atomu.</p>	<p>Opisuje Rutherfordov eksperiment.  Uspoređuje energetske spektre pojedinih atoma i molekula.  <i>Opisuje glavne značajke lasera i navodi važne primjene.</i></p>	<p>Analizira razvoj modela atoma.  Opisuje primjene spektralne analize za određivanje sastava tvari te njezinu ulogu u istraživanju svemira.  <i>Objašnjava raspršenje svjetlosti u Zemljinoj atmosferi (plavo i crveno nebo te bijelo mlijeko).</i></p>	<p>Objašnjava učinak staklenika i raspravljača ulozi stakleničkih plinova.  <i>Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser) i objašnjava njegovu primjenu.</i>  <i>Opisuje elektron-val zarobljen u kutiji i povezuje s idejom kvantizacije energije.</i></p>

<p><b>ABD. 4. 5</b>  <b>Objašnjava model atomske jezgre i nuklearne reakcije.</b></p>	<p>Opisuje gradu atomske jezgre. Opisuje svojstva jake sile. Objasnjava nuklearne reakcije. Primjenjuje koncept defekta mase. Objasnjava procese nuklearne fisije i fuzije.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>          nukleoni, atomski broj, maseni broj, izotop, jaka sila, slaba sila, zakon očuvanja broja nukleona, nuklearna energija, fuzija, fisija</p>	<p>Opisuje gradu atomske jezgre i njezine sastavne dijelove. Kvalitativno opisuje procese fisije i fuzije. Tumači prednosti i nedostatke dobivanja energije u nuklearnim elektranama.</p>	<p>Objasnjava koncept defekta mase na primjerima. Objasnjava načela dobivanja energije iz nuklearnih reakcija (fisija i fuzija).</p>	<p>Kvalitativno opisuje jaku silu i uspoređuje ju s električnom i gravitacijskom silom. Primjenjuje zakone očuvanja u nuklearnim reakcijama.</p> <p><i>Objasnjava utjecaj nuklearnog reaktora na okoliš.          Razlikuje kontroliranu i nekontroliranu fisiju na primjerima.</i></p>	<p>Objasnjava podrijetlo energije zvijezda.</p> <p><i>Analizira grafički prikaz „nuklearne doline“.          Objasnjava Einsteinov doprinos znanosti.</i></p>
<p><b>AD. 4. 6</b>  <b>Analizira radioaktivne raspade i opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme.</b></p>	<p>Opisuje svojstva radioaktivnih zračenja te analizira njihove primjene i učinke na žive organizme. Analizira i primjenjuje zakon radioaktivnog raspada. Opisuje načine detekcije ionizirajućeg zračenja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>          gama-raspad, alfa-raspad, beta-raspad, alfa-čestica, antičestice, neutrino, vrijeme poluraspada, doza zračenja, sivert</p>	<p>Definira i opisuje svojstva radioaktivnih zračenja. Tumači značenje vremena poluraspađa. Tumači primjene radioaktivnog zračenja. Objasnjava načine zaštite od zračenja.</p>	<p>Grafički opisuje zakon radioaktivnog raspada. Opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme.</p> <p><i>Opisuje načine detekcije zračenja.</i></p>	<p>Primjenjuje primjere jednadžba radioaktivnih raspada. Uspoređuje ekvivalentne doze zračenja.</p> <p><i>Opisuje glavne značajke čestica koje nastaju u nuklearnim reakcijama.</i></p>	<p>Objasnjava primjenu radioaktivnosti u medicini i u metodi određivanja starosti.</p> <p><i>Analizira i vrednuje učinke nuklearnih tehnologija na čovjeka i okoliš.</i></p>

<p><b>CD. 4. 7</b>  <b>Opisuje i primjenjuje osnovne ideje STR-a.</b></p>	<p>Objašnjava postulate STR-a.  Opisuje dilataciju vremena  Opisuje kontrakciju duljine  Tumači načelo ekvivalencije mase i energije.  <i>Opisuje relativnost simultanosti.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  inercijski sustav, Galileijeva relativnost, brzina svjetlosti, prostorno-vremenski kontinuum  <i>svjetlosni sat, energija mirovanja</i></p>	<p>Opisuje primjer Galileijeve relativnosti gibanja.  Tumači postulate STR-a.  Tumači načelo ekvivalencije mase i energije.  <i>Opisuje misaoni pokus koji demonstrira nepostojanje simultanosti za promatrače u relativnom gibanju.</i></p>	<p>Kvalitativno opisuje relativističku dilataciju vremena.  Kvalitativno opisuje relativističko skraćivanje duljina.  <i>Opisuje princip rada svjetlosnog sata.</i>  <i>Zaključuje o različitim očitanjima satova dvaju promatrača u različitim inercijskim sustavima.</i></p>	<p>Opisuje ideju prostorno vremenskog kontinuuma.  <i>Objašnjava razliku između ukupne energije, energije mirovanja i kinetičke energije.</i></p>	<p>Objašnjava eksperimentalne dokaze specijalne teorije relativnosti.  <i>Objašnjava primjere paradoksa.</i></p>
<p><b>ABCD. 4. 8</b>  <b>Opisuje model nastanka i strukturu svemira.</b></p>	<p>Opisuje četiri fundamentalne sile.  Objašnjava nastanak i razvoj svemira.  <i>Opisuje osnovne elementarne čestice.</i>  <i>Objašnjava evoluciju zvijezda.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  Tamna tvar, tamna energija, termonuklearne reakcije, neutronska zvijezda, supernova, crna rupa, veliki prasak</p>	<p>Opisuje četiri fundamentalne sile i primjere njihova djelovanja.  Tumači glavne postavke teorije velikog praska.  Opisuje sastav svemira.  Opisuje strukturu Sunčeva sustava.  <i>Opisuje osnovne elementarne čestice.</i></p>	<p>Objašnjava model nastanka Sunčeva sustava.  <i>Navodi glavne tipove zvijezda i uspoređuje njihove osnovne značajke.</i></p>	<p>Objašnjava argumente u prilog teoriji velikog praska (npr. pozadinsko zračenje, širenje svemira).  Opisuje glavne procese i etape u životu Sunca.  <i>Objašnjava scenarije budućnosti svemira.</i>  Opisuje nastanak crnih rupa.</p>	<p>Objašnjava razvoj i strukturu različitih tipova zvijezda.  <i>Objašnjava podrijetlo i nastanak različitih elemenata u svemiru.</i>  <i>Objašnjava kako je izmjerен svemir.</i></p>

<p><b>ABCD. 4. 10</b> <b>Rješava fizičke probleme.</b></p> <p><b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.</p>	<p>Vizualizira situaciju u problemu. Identificira ciljeve rješavanja problema. Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela. Konstruira plan rješavanja problema. Idealizira, aproksimira i vrednuje realne fizikalne situacije. Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rješenje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, merna jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon</p>	<p>Interpretira i primjenjuje tablične, slikovne, grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaže zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Opisuje zadatu situaciju fizičkim modelom. Primjenjuje odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.</p>	<p>Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuvisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.</p>	<p>Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Procjenjuje mogućnost primjene te traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Kvalitativno zaključuje povezujući veći broj koncepata i/ili zahtjevниje koncepte, vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.</p>	<p>Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Povezuje veći broj zakonitosti, pravila i relacija. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina. Predlaže vlastite probleme.</p>
---	---	---	---	---	--

<p><b>ABCD. 4.11</b></p> <p><b>Istražuje fizičke pojave:</b></p> <p>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja</p> <p>b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija</p> <p>c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).</p> <p><b>Napomena:</b> Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.</p>	<p>Istražuje prirodne pojave. Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.</p> <p>Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa. Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije</p> <p>Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.</p> <p><b>Predloženi pokusi:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Istražuje Youngove pruge interferencije.</li> <li>2.Mjeri konstantu optičke rešetke.</li> <li>3.Mjeri Brewsterov kut za staklo.</li> <li>4.Istražuje fotoelektrični učinak s pomoću simulacije.</li> <li>5.Istražuje radioaktivni raspad s pomoću kockica.</li> <li>6.Istražuje alfa-raspade i beta-raspade s pomoću simulacije.</li> <li>7.Istražuje efekt staklenika.</li> </ol>	<p>Postavlja istraživačko pitanje. Postavlja hipotezu.</p> <p>Objašnjava svoje pretpostavke.</p> <p>Odabire pribor i postavlja eksperiment.</p> <p>Skicira i objašnjava pokus.</p> <p>Izvodi pokus prema uputama.</p> <p>Objašnjava koje je variable potrebno održavati stalnim a koje mijenjati</p> <p>Mjeri potrebne fizičke veličine.</p> <p>Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički.</p> <p>Interpretira rezultate mjerjenja.</p> <p>Procjenjuje pogrešku mernog instrumenta.</p> <p>Računa srednju vrijednost i apsolutnu i relativnu pogrešku.</p> <p>Interpretira značenje zapisa mjerene veličine s pogreškom.</p> <p>Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje.</p> <p>Sastavlja izvješće.</p> <p>Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Samostalno izvodi eksperiment.</p> <p>Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerjenju.</p> <p>Procjenjuje pogrešku mjerjenja.</p> <p>Računa i tumači relativnu pogrešku.</p> <p>Objašnjava teorijsku podlogu.</p> <p>Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku.</p> <p>Uspoređuje rezultate mjerjenja s modelom.</p> <p>Vrednuje proceduru i rezultate mjerjenja.</p> <p>Analizira odnose između varijabli</p> <p>Izgrađuje argumente utemeljene na znanstvenim dokazima.</p> <p>Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Oblikuje i provodi eksperiment.</p> <p>Predlaže postupke za unaprijeđenje ili poboljšanje metode istraživanja.</p> <p>Objašnjava etičnost i sigurnost eksperimenta.</p> <p>Analizira doprinosima različitih pogrešaka u mjerjenju.</p> <p>Provodi cijelokupan račun pogreške.</p> <p>Vrednuje rezultate i donosi zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje.</p> <p>Prepoznaje i analizira alternativna objašnjenja i modele.</p> <p>Koristi se dodatnom literaturom.</p> <p>Prezentira rezultate s pomoću IKT-a.</p> <p>Razmjenjuje informacije.</p> <p>Odabire odgovarajuće grafičke i tekstualne prikaze za predstavljanje rezultata istraživanja.</p> <p>Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Samostalno postavlja istraživačka pitanja i iznosi hipoteze.</p> <p>Predlaže način testiranja hipoteze.</p> <p>Samostalno osmišljava odgovarajuće metode istraživanja koje uključuju rad na terenu i/ili laboratorijske pokuse.</p> <p>Objašnjavaju kako razmatra pouzdanost, sigurnost, objektivnost te etičnost u metodi istraživanja.</p> <p>Koristi digitalne tehnologije za poboljšanje kvalitete podataka.</p> <p>Koristi analizu podataka za donošenje i opravdavanje zaključaka.</p> <p>Pronalazi i diskutira alternativna objašnjenja i raspravlja o mogućim izvorima nepouzdanosti.</p> <p>Ocenjuje tuđe metode i objašnjenja iz znanstvene perspektive.</p> <p>Procjenjuje valjanost i pouzdanost tvrdnji u izvorima informacija s obzirom na kvalitetu metodologije i navedene dokaze.</p> <p>Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.</p>
<p><b>PREPORUKA:</b></p> <p>Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavljju Učenje i poučavanje.</p> <p>U četvrtom razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodu 3.</p>					

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

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

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

*Određivanje* podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mijere.

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

NIJE LEKTORIRANO

## ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4x3 (4x105 SATI)

Na kraju 1. razreda srednje škole učenik:					
ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C. 1. 1 <i>Analizira pravocrtna gibanja.</i>	<p>Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje. Opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> polozaj, put, pomak, vremenski interval, referentni sustav, brzina, akceleracija</p>	<p>Opisuje referentni sustav. Tumači osnovne kinematičke pojmove. Razlikuje srednju i trenutnu brzinu.</p> <p>Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano gibanje bez početne brzine.</p>	<p>Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano i jednoliko usporeno gibanje s početnom brzinom. Interpretira značenje nagiba kinematičkih grafova.</p> <p>Interpretira značenje površine ispod <math>a-t</math> grafa.</p> <p>Analizira jednoliko pravocrtno gibanje na temelju zapisa gibanja.</p>	<p>Analizira jednoliko ubrzano gibanje na temelju zapisa gibanja. Interpretira značenje površine ispod <math>a-t</math> grafa.</p> <p>Opisuje značenje pojma fizičkog modela na primjerima iz kinematike.</p> <p>Analizira grafove koji uključuju negativnu brzinu npr. vertikalni hitac.</p>	<p>Na temelju jednoga grafa koji opisuje gibanje i početnih uvjeta crta ostale grafove.</p> <p>Analizira primjene kinematičkih konceptata (npr. sport, promet).</p> <p>Pretvara grafove gibanja koja uključuju negativnu brzinu.</p> <p>Tumači značenje i važnost referentnog sustava i relativnost brzina u različitim sustavima.</p>
B. 1.2 <i>Primjenjuje I. Newtonov zakon.</i>	<p>Opisuje međudjelovanja tijela i vrste sila. Primjenjuje I. Newtonov zakon.</p> <p>Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> sila, masa, tromost, inercijski sustav, relativnost gibanja</p>	<p>Opisuje primjere međudjelovanja tijela. Razlikuje kontaktne sile i sile koje djeluju na daljinu. Povezuje i primjenjuje pojmove tromosti i mase tijela.</p> <p>Tumači značenje I. Newtonova zakona.</p>	<p>Tumači značenje pojma inercijskog sustava. Tumači Galileijev misaoni pokus koji je doveo do principa inercije. Navodi primjere realnih gibanja koja se mogu modelirati kao jednolika pravocrtna gibanja i povezuje ih s I. Newtonovim zakonom.</p>	<p>Analizira primjere iz mehanike koristeći se I. Newtonovim zakonom.</p> <p>Tumači pokuse i primjere koji demonstriraju I. Newtonov zakon.</p>	<p>Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja.</p> <p>Vrednuje Galileijev doprinos razvoju znanosti.</p>
BC. 1. 3 <i>Primjenjuje II. Newtonov zakon.</i>	<p>Istražuje ovisnost ubrzanja o sili i masi. Određuje iznos sile teže i opisuje slobodni pad.</p> <p>Određuje iznose elastične sile, reakcije podloge, sile trenja i napetost nitи. <i>Istražuje i opisuje horizontalni hitac.</i></p>	<p>Opisuje sile kao vektorske veličine, zbraja ih i rastavlja na komponente te određuje rezultantu.</p> <p>Tumači II. Newtonov zakon.</p> <p>Opisuje slobodni pad.</p> <p>Opisuje elastičnu silu.</p> <p>Opisuje silu trenja.</p>	<p>Prepoznaće istodobno djelovanje više sila na tijelo i prikazuje ih dijagramom sila.</p> <p>Određuje iznos rezultante više sila na pravcu.</p> <p>Grafički prikazuje i tumači ovisnost <math>a(F)</math> i <math>a(1/m)</math>.</p> <p>Tumači statičko i dinamičko trenje.</p>	<p>Analizira primjere povezane s primjenom II. Newtonova zakona.</p> <p>Određuje iznos rezultante više sila koje djeluju pod pravim kutom.</p> <p>Opisuje horizontalni hitac.</p>	<p>Vrednuje Newtonov doprinos razvoju znanosti i društva.</p> <p>Analizira horizontalni hitac.</p> <p><i>Analizira i matematički opisuje primjere vezane uz primjenu II. Newtonovog zakona u dvije dimenzije (npr.</i></p>

	<p><b>Ključni pojmovi:</b> trenje, konstanta elastičnosti, reakcija podloge, napetost niti, dijagram sila, rezultantna sila, domet hitca</p>	<p>Opisuje sile napetosti niti i reakcije podloge. Primjenjuje pojmove sile teže, elastične sile, sile trenja, napetosti niti i reakcije podloge u primjerima.</p>	<p>Matematički prikazuje i tumači silu trenja. Matematički i grafički prikazuje elastičnu силу.</p>		<p><i>gibanje tijela na kosini, kosi hitac).</i></p>
<p><b>BC. 1.4</b> <b>Primjenjuje III. Newtonov zakon i zakon očuvanja količine gibanja.</b></p>	<p>Primjenjuje III. Newtonov zakon. Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja. Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> protusila, količina gibanja, impuls sile, elastični i neelastični sudar, zatvoreni sustav</p>	<p>Tumači III. Newtonov zakon. Objašnjava pojmove količine gibanja i impulsa sile. Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja. Tumači pojam zatvorenog fizičkog sustava. Tumači zakon očuvanja količine gibanja. Opisuje elastični i neelastični sudar i navodi primjere.</p>	<p>Određuje u primjerima odgovarajuće parove sile prema III. Newtonovu zakonu. Na primjerima povezuje impuls sile i promjenu količine gibanja tijela.</p>	<p>Tumači primjere gibanja s pomoću III. Newtonova zakona (npr. hodanje, paradoks konja i kola). Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja na primjerima.</p>	<p>Analizira primjenu III. Newtonova zakona na primjerima. Povezuje zakon očuvanja količine gibanja i III. Newtonov zakon. Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja na primjerima gibanja u dvije dimenzije.</p>
<p><b>D. 1. 5</b> <b>Primjenjuje zakon očuvanja energije.</b></p>	<p>Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju. Tumači i primjenjuje pojmove rada, snage i korisnosti. Primjenjuje zakon očuvanja energije.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> energija, unutrašnja energija, rad, snaga, korisnost</p>	<p>Opisuje primjere pretvorba energije. Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju. Objašnjava pojam rada i matematički ga opisuje. Povezuje rad obavljen na tijelu s promjenom energije tijela. Tumači zakon očuvanja energije. Primjenjuje koncepte rada i snage na primjerima.</p>	<p>Opisuje primjere zakona očuvanja energije. Razlikuje pozitivan i negativan rad i navodi primjere. Razlikuje fizički koncept rada od pojma rada iz svakodnevnog života i navodi primjere. Opisuje unutarnju energiju. Tumači i primjenjuje pojam korisnosti rada i energije.</p>	<p>Analizira primjere koji uključuju primjenu zakona očuvanja energije u situacijama bez trenja. Vrednuje važnost energije za suvremeno društvo. Raspravlja o ekološkim pitanjima pretvorbe energije te korisnosti uredaja. Tumači grafički prikaz rada u F-s dijagramu.</p>	<p>Analizira primjere koji uključuju primjenu zakona očuvanja energije u situacijama s trenjem. Kritički interpretira znanstvene informacije o pitanjima energetike.</p>
<p><b>BC. 1. 6</b> <b>Analizira kružno gibanje.</b></p>	<p>Analizira kružno gibanje kao jednoliko ubrzano gibanje. Objašnjava i primjenjuje pojam centripetalne sile i centripetalne akceleracije. Primjenjuje Newtonove zakone na primjeru kružnoga gibanja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b></p>	<p>Opisuje primjere jednolikoga kružnoga gibanja. Tumači značenje osnovnih pojmove kružnog gibanja (period, frekvencija, kutna brzina, obodna brzina). Crti vektore brzine, akceleracije i ukupne sile u proizvoljnoj točki kružne putanje.</p>	<p>Objašnjava uzrok centripetalne akceleracije. Objašnjava pojam centripetalne sile. Prepoznaje u primjerima kružnoga gibanja sile koje imaju ulogu centripetalne sile.</p>	<p>Razmjerno zaključuje o odnosima veličina koje opisuju kružno gibanje. Crti dijagram sila za tijela koja jednoliko kruže u jednostavnim primjerima. Primjenjuje II. Newtonov zakon na primjere jednolikoga kružnoga gibanja.</p>	<p>Analizira primjere povezane s kružnim gibanjem.</p>

	jednoliko kružno gibanje, obodna brzina, kutna brzina, centripetalna sila, centripetalna akceleracija	Primjenjuje pojam centripetalne akceleracije u primjerima.			
<b>BC. 1. 7</b> <b>Primjenjuje zakon gravitacije i analizira gibanje Zemlje i nebeskih tijela.</b>	Tumači povjesni razvoj ideja o gibanju Zemlje i nebeskih tijela. Primjenjuje Newtonov zakon gravitacije. Analizira gibanja satelita. Opisuje tijela u svemiru (zvijezde, planete, galaksije, jata galaksija) i njihova gibanja. <i>Primjenjuje Keplerove zakone.</i>  <b>Ključni pojmovi:</b> gravitacijska sila, satelit, planet, zvijezda, galaksija, crna rupa, orbita, bestežinsko stanje, prva kozmička brzina, svemir	Opisuje i skicira putanje planeta oko Sunca. Opisuje Newtonov zakon gravitacije. Opisuje osnovna svojstva i gibanja tijela u svemiru (zvijezda, planeta, galaksija i jata galaksija).	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.</i>	Analizira primjere koji uključuju primjenu Newtonova zakona gravitacije. Tumači drugu kozmičku brzinu. Vrednuje utjecaj Newtonova zakona gravitacije na razvoj znanosti i društva. <i>Primjenjuje Keplerove zakone.</i>	Tumači povjesni razvoj ideja o gibanju Zemlje i nebeskih tijela te promjenljivost znanstvenih ideja. Tumači bestežinsko stanje.
<b>ABCD . 1. 8</b> <b>Rješava fizičke probleme.</b>  <b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.	Vizualizira situaciju u problemu. Identificira ciljeve rješavanja problema. Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela. Konstruira plan rješavanja problema. Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone. Vrednuje realne fizikalne situacije. Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rješenje.  <b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, merna jedinica, poznata i nepoznata	Interpretira fizičku situaciju zadalu tekstualno. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje fizički model koji opisuje zadalu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.	Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Eksplizitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuvisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.	Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku općeg rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.	Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.

	veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon				
<b>FIZ 1./ABCD/9.</b> <b>Istražuje fizičke pojave:</b> a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje deset eksperimentalnih istraživanja b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborno)  <b>Napomena:</b> Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.	Istražuje prirodne pojave. Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus. Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa. Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije. Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.  <b>Predloženi pokusi:</b> 1. Istražuje nejednoliko gibanje (uvođenje trenutačne brzine). 2. Istražuje gibanja pod djelovanjem stalne sile s pomoću dinamometra, kolica i tipkala. 3. Mjeri vrijeme reakcije. 4. Istražuje elastičnu silu i mjeri konstantu opruge. 5. Istražuje silu trenja. 6. Primjenjuje zakon očuvanja energije. 7. Primjenjuje zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja s dvije loptice, ravnalom i plastičnom cijevi. 8. Istražuje gibanja planeta s pomoću računalne simulacije. 9. Istražuje gibanja s pomoću detektora gibanja ili simulacije. 10. Istražuje ovisnost dometa horizontalnoga hitca o početnoj brzini s pomoću kosine, stola, mjerne trake i indigo-papira.	Postavlja relevantna pitanja i navodi pretpostavke. Opisuje pokus. Opisuje sigurnosne mjere. Navodi pribor i mjerne uređaje. Izvodi mjerjenja uz pomoć Bilježi opažanja. Definira osnovne SI jedinice. Koristi Međunarodni (SI) sustav mjerne jedinica.  Izvodi pokus prema uputama. Mjerne podatke prikazuje grafički. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Kvalitativno interpretira rezultate mjerjenja. Objavlja zaključke. Sastavlja jednostavno izvješće. Objavlja pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.	Objavljava svrhu eksperimenta. Objavljava teorijsku podlogu. Skicira pokus. Samostalno sastavlja opremu. Prepoznaje varijable. Prepoznaje varijable koje je potrebno održavati stalnim. Objavljava svoje pretpostavke. Izvodi mjerjenja uz pomoć Bilježi opažanja. Definira osnovne SI jedinice. Koristi Međunarodni (SI) sustav mjerne jedinica.  Izvodi pokus prema uputama. Mjerne podatke prikazuje grafički. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Kvalitativno interpretira rezultate mjerjenja. Objavlja zaključke. Sastavlja jednostavno izvješće. Objavlja pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.	Postavlja hipotezu. Samostalno izvodi eksperiment. Raspravlja o problemima u izvedbi pokusa. Raspravlja o važnosti kontrole varijabla. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja o doprinosima pogrešaka u mjerjenju. Računa i tumači relativnu pogrešku. Predlaže poboljšanja u postupku mjerjenja. Opisuje trendove podataka i koristi ih kod zaključivanja. Uspreduje rezultate mjerjenja s modelom. Povezuje podatke iz različitih izvora, Predstavlja svoje ideje, metode i otkrića koristeći znanstveni jezik i odgovarajuće prikaze. Prezentira rezultate koristeći se IKT-om. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.	Navodi dodatna pitanja vezana uz eksperiment, a koja je moguće znanstveno istražiti. Planira uporabu objektivne eksperimentalne metode. Samostalno odabire pribor i postavlja eksperiment. Utvrđuje koje varijable treba mijenjati i mjeriti. Objavljava sigurnosne mjere. Procjenjuje pogrešku mjerne instrumenta. Predlaže poboljšanja u postupku mjerjenja. Opisuje trendove podataka i koristi ih kod zaključivanja. Uspreduje rezultate mjerjenja s modelom. Povezuje podatke iz različitih izvora, Predstavlja svoje ideje, metode i otkrića koristeći znanstveni jezik i odgovarajuće prikaze. Prezentira rezultate koristeći se IKT-om. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadatka različite složenosti koji su opisani u poglaviju Učenje i poučavanje.

U prvom razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodima 3,4 i 5.

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.  
Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.

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

### ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4X3 (4x105 SATI)

Na kraju 2. razreda srednje škole učenik:

ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
<b>AB. 2. 1</b> <b>Primjenjuje zakone statike fluida.</b>	<p>Objašnjava sile u fluidima, pritisak i tlak. Objašnjava načelo hidrauličkog tjeska. Objašnjava nastanak hidrostatskog i atmosferskog tlaka. Objašnjava ravnotežu tijela uronjenog u fluid. Primjenjuje silu uzgona. Primjenjuje zakone statike fluida na primjerima.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fluid, hidrostatski tlak, atmosferski tlak,</p>	<p>Tumači koncept tlaka. Povezuje silu uzgona s Arhimedovim zakonom. Objašnjava podrijetlo hidrostatskog, atmosferskog, hidrauličkog tlaka.</p>	<p>Objašnjava načelo rada hidrauličkog uredaja. Objašnjava utjecaj hidrostatskog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo. Crtanje dijagrama sila na tijelo uronjeno u fluid. Objašnjava uvjete lebdenja, plutanja i tonjenja tijela u fluidu te opisuje odgovarajuće pojave u prirodi.</p>	<p>Objašnjava Pascalov zakon. Tumači Toricellijev pokus. Primjenjuje koncept uzgona. Primjenjuje zakone statike fluida za objašnjenje opasnosti (npr. tijekom ronjenja, boravka u svemiru, visokogorskog planinarenja).</p>	<p>Objašnjava podrijetlo uzgona. Objašnjava primjene statike fluida.</p> <p><i>Objašnjava kontekst povjesnog pokusa s magdeburškim polukuglama.</i></p>

	hidraulički tlak, Pascalov zakon, vakuum, uzgon				
C. 2. 2 Primjenjuje zakone dinamike fluida.	Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjerima gibanja fluida. Primjenjuje jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu.  <b>Ključni pojmovi:</b> strujnice, statički tlak, dinamički tlak	Opisuje stacionarna i turbulentna strujanja fluida. Objasnjava uzroke strujanja tekućine i crta strujnice za različite brzine strujanja fluida.	Tumači statički i dinamički tlak. Tumači jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu.	Primjenjuje jednadžbu kontinuiteta.	Primjenjuje Bernoullijevu jednadžbu na primjerima iz prirode i tehnike.
AC. 2. 3 Primjenjuje model čestične grade tvari.	Objasnjava strukturu tvari. Objasnjava Brownovo gibanje i difuziju. Objasnjava četiri agregacijska stanja tvari i međumolekulsko djelovanje. Objasnjava linearno i volumno toplinsko širenje čvrstih tijela. Objasnjava toplinsko širenje tijela i primjene.  <b>Ključni pojmovi:</b> molekula, atom, difuzija, međumolekulsko djelovanje, titranje molekula, linearni koeficijent širenja	Tumači agregacijska stanja s pomoću gibanja čestica i međumolekulskih sila. Crta modele agregacijskih stanja. Objasnjava primjere koji demonstriraju čestičnu strukturu tvari. Objasnjava primjenu volumnog širenja tijela pri mjerenu temperature.	Tumači Brownovo gibanje. Objasnjava toplinsko širenje tvari s pomoću čestično-kinetičkog modela. Povezuje koeficijente linearnog i volumnog širenja tijela.	Objasnjava difuziju Brownovim gibanjem molekula. Opisuje anomaliju vode i važnost te pojave za žive sustave. Opisuje plazmu i navodi primjere.	Objasnjava ovisnost međumolekulske sile o udaljenosti molekula i njezin utjecaj na gradu i svojstva tvari. Objasnjava primjene toplinskog širenja tvari. <b>Objasnjava Boškovićev model tvari.</b>
AD. 2. 4 Analizira i primjenjuje plinske zakone i molekulsko-kinetički model plina.	Analizira izokornu, izobarnu i izotermnu promjena stanja plina. Primjenjuje molekulsko-kinetičku teoriju plinova i model idealnog plina.  <b>Ključni pojmovi:</b> izokora, izoterma, izbara, termodinamička temperatura, jednadžba stanja plina,množina tvari	Opisuje termodinamičke veličine. Opisuje plinske zakone. Tumači jednadžbu stanja plina. Opisuje model idealnog plina i tumači nastanak tlaka.	Matematički i grafički opisuje promjene stanja plina. Objasnjava apsolutnu nulu temperature s pomoću $p-t$ ili $V-t$ grafičkog prikaza. Tumači značenje temperature s pomoću molekulsko-kinetičke teorije.	Analizira plinske zakone s pomoću grafičkih prikaza. Matematički opisuje i primjenjuje vezu između srednje kinetičke energije i temperature.	Objasnjava ponašanje realnih plinova. Raspravlja o ograničenjima modela idealnog plina. <b>Objasnjava svojstva plazme.</b>
D. 2. 5 Analizira termodinamičke procese i sustave.	Analizira termodinamičke sustave i procese.	Prepoznaje termodinamičke sustave i procese u primjerima iz života.	Povezuje toplinu i rad s promjenom unutarnje energije na primjerima.	Objasnjava rad plina kod izobarne promjene stanja.	Na primjerima raspravlja o nemogućnosti izrade

	<p>Objašnjava promjenu unutarnje energije toplinom i radom. Primjenjuje I. i II. zakon termodinamike. Objasnjava rad toplinskih strojeva i analizira njegovu korisnost.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> termodinamička ravnoteža, unutarnja energija, toplina,vodenje, strujanje i zračenje, specifični toplinski kapacitet, rad plina, kružni proces, adijabatski procesi, <i>perpetuum mobile</i>, <i>entropija</i></p>	<p>Tumači unutarnju energiju tijela s pomoću molekulsko-kinetičke teorije. Objasnjava koncept topline. Tumači oblike prijelaza topline (strujanje, vođenje i zračenje) na primjerima. Objasnjava specifični toplinski kapacitet. Opisuje povratne i nepovratne procese na primjerima.</p>	<p>Prikazuje grafički ovisnost termodinamičkih veličina u kružnom procesu. Primjenjuje Richmannovo pravilo. Objasnjava latentnu toplinu taljenja i isparavanja. Objasnjava graf ovisnosti temperature tijela o dovedenoj toplini za promjene stanja od krutog do plinovitog.</p>	<p>Analizira rad u p-V dijagramu. Primjenjuje I. zakon termodinamike. Objasnjava kružni proces i načelo rada toplinskog stroja. Objasnjava ulogu toplinskih strojeva u razvoju civilizacije. Vrednuje ekološki prihvatljiva rješenja korištenja energije. <i>Opisuje pojam entropije.</i></p>	<p><i>perpetuum mobile</i> prve i druge vrste. Raspravlja o negativnim učincima degradacije energije i ograničenosti neobnovljivih izvora energije. Analizira mogućnost povećanja korisnosti toplinskog stroja. <i>Povezuje II. zakon termodinamike s entropijom.</i> Objasnjava načelo rada hladnjaka, klima uređaja, motora automobila.</p>
<b>AB. 2. 6</b> <b>Objašnjava elektrostatičke pojave, primjenjuje koncepte i zakone elektrostatike.</b>	<p>Objašnjava elektriziranje tijela. Primjenjuje Coulombov zakon. Primjenjuje zakon očuvanja naboja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> električni naboj, osnovni naboj, elektroskop, kulon</p>	<p>Tumači pojmove: osnovni naboj, električki neutralno tijelo, električki nabijeno tijelo. Primjenjuje zakon očuvanja naboja na primjerima. Opisuje pojave influencije i polarizacije. Tumači Coulombov zakon.</p>	<p>Uspoređuje električki nabijena i neutralna tijela. Crti shematske prikaze raspodjele naboja i međudjelovanja na primjerima. Objasnjava prirodne pojave statičkog elektriciteta: munje, elektriziranje kose ili odjeće.</p>	<p>Uspoređuje djelovanje gravitacijske i električne sile na primjeru nabijenih čestica. Primjenjuje Coulombov zakon na primjerima.</p>	<p>Objašnjava pojave influencije i polarizacije. Opisuje mogućnost detekcije atoma s pomoću međuatomske sile (AFM).</p>
<b>BD. 2. 7</b> <b>Opisuje električno polje.</b>	<p>Opisuje električno polje. Objasnjava električnu potencijalnu energiju i primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju. Primjenjuje koncept električnog napona i potencijala. Analizira gibanje naboja u električnom polju. Objasnjava pojam električnog kapaciteta i opisuje kondenzator.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> električne silnice, elektronvolt, kondenzator, kapacitet kondenzatora</p>	<p>Opisuje električno polje i crta silnice polja točkastog naboja, nabijene kugle i paralelnih ploča. Određuje vektor električnog polja i sile na zadani naboj u proizvoljnoj točki polja. Objasnjava pojam električnog napona.</p>	<p>Opisuje promjenu potencijalne energije pri pomicanju naboja u električnom polju. Objasnjava elektronvolt kao mjeru jedinicu energije. Opisuje kondenzator i objašnjava pojam električnog kapaciteta.</p>	<p>Objašnjava električno polje pri površini Zemlje. Primjenjuje superpoziciju električnih polja. Primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom polju. Tumači izraz za kapacitet pločastoga kondenzatora.</p>	<p>Objašnjava koncept električnog potencijala. Analizira gibanje naboja u električnom polju. <i>Opisuje elektricitet živih bića.</i></p>

<p><b>CD. 2. 8</b> <b>Primjenjuje zakone elektrodinamike u električnom strujnom krugu.</b></p>	<p>Objašnjava model vođenja električne struje. Tumači Ohmov zakon za vodič i za cijeli električni strujni krug. Objašnjava rad i snagu u električnom strujnom krugu. Analizira električni strujni krug. Objašnjava opasnosti od električne struje. Objašnjava zaštitu od strujnog udara. <i>Primjenjuje Kirchhoffova pravila.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> slobodni elektroni, pokretljivi ioni, električna struja, električni otpor, otpornost, elektromotorni napon, unutarnji otpor izvora</p>	<p>Opisuje električnu struju i otpor u metalima i elektrolitima. Objašnjava električnu struju i njezin smjer. Opisuje Ohmov zakon. Shematski prikazuje jednostavne električne strujne krugove. Objašnjava način spajanja ampermetra i voltmetra te važnost odabira mjernog područja. Objašnjava opasnosti, te sigurnosne mjere pri rukovanju električnim uređajima.</p>	<p>Objašnjava električni otpor. Tumači izraz za električni otpor vodiča. Objašnjava otpornost kao svojstvo materijala. Primjenjuje Ohmov zakon na paralelni i serijski spoj otpornika u električnom strujnom krugu. Objašnjava pretvorbu energije u vodiču pri prolasku električne struje. Uspoređuje tipične snage električnih uređaja u svakodnevnoj upotrebi. Objašnjava načelo rada električnog osigurača.</p>	<p>Analizira električne strujne krugove s jednim izvorom. Objašnjava nastanak električnog napona u baterijama. Uspoređuje svojstva omskih i neomskih vodiča.</p>	<p>Objašnjava utjecaj temperature na otpornost vodiča. Kvalitativno opisuje osnovna svojstva supravodiča i njihovu primjenu. <i>Primjenjuje Kirchhoffova pravila.</i></p>
<p><b>ABCD. 2. 9</b> <b>Rješava fizičke probleme.</b></p> <p><b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.</p>	<p>Vizualizira situaciju u problemu. Identificira ciljeve rješavanja problema. Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela. Konstruira plan rješavanja problema. Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone. Vrednuje realne fizikalne situacije. Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rješenje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, merna jedinica, poznata i nepoznata</p>	<p>Interpretira fizičku situaciju zadalu tekstualno. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje fizički model koji opisuje zadalu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.</p>	<p>Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuvisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.</p>	<p>Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku općeg rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.</p>	<p>Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.</p>

	veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon				
<b>ABCD. 2. 9</b> <b>Istražuje fizičke pojave:</b>  a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje deset eksperimentalnih istraživanja b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborno).  <b>Napomena:</b> Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.	Istražuje prirodne pojave. Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus. Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa. Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije. Istražuje pojavu izvodeći učenički projekt.  <b>Prijedlog pokusa i istraživanja:</b> 1. Mjeri gustoću tijela/tekućine s pomoću uzgona. 2. Mjeri silu uzgona. 3. Istražuje Pascalova zakon i njegove primjene. 4. Istražuje ovisnosti tlaka plina o volumenu uz konstantnu temperaturu. 5. Mjeri ovisnosti volumena plina o temperaturi uz konstantan tlak. 6. Istražuje promjene unutarnje energije tijela prijelazom topline. 7. Istražuje ovisnosti otpora o vrsti materijala, površini poprečnog presjeka i duljini vodiča. 8. Mjeri strujno-naponska svojstva žaruljice. 9. Mjeri unutarnji otpor baterije. 10. Istražuje pretvorbe električne energije u toplinu.	Objašnjava svrhu eksperimenta i navodi pretpostavke. Opisuje i skicira pokus. Objasnjava sigurnosne mjere. Opisuje pribor i mjerne uređaje. Opisuje varijable. Izvodi pokus prema uputi. Bilježi opažanja. Mjerne podatke prikazuje tablicno i grafički. Kvalitativno interpretira rezultate mjerjenja. Navodi moguće grube pogreške mjerjenja. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Formulira zaključak. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.	Postavlja hipotezu. Objasnjava svoje pretpostavke. Opisuje varijable koje je potrebno održavati stalnim a koje mijenjati. Izvodi mjerjenja prema uputama. Prepoznaže grube pogreške mjerjenja. Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerjenju. Računa i tumači relativnu pogrešku. Interpretira rezultate mjerjenja. Oslanja se na dokaze da bi poduprio svoje zaključke. Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje. Sastavlja izvješće. Objasnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.	Objašnjava uporabu objektivne eksperimentalne metode. Samostalno izvodi eksperiment. Procjenjuje pogrešku mernog instrumenta i pogrešku mjerjenja. Objasnjava teorijsku podlogu. Analizira te prikazuje pravilnosti i trendove podataka i koristi ih za donošenje zaključaka. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.	Postavlja istraživačka pitanja za probleme koje je moguće znanstveno istražiti. Koristi se dodatnom literaturom. Odabire opremu koja poboljšava objektivnost i točnost mjerjenja. Razmatra sigurnost i etičnost odabrane eksperimentalne metode. Identificira varijable koje je potrebno kontrolirati, mijenjati i mjeriti. Predlaže poboljšanja u metodi mjerjenja i mernim instrumentima. Predlaže poboljšanja u postupku mjerjenja. Računa pogreške mjerjenja izvedenih veličina. Koristi odgovarajući jezik i prikaze za predstavljanje znanstvenih ideja, metoda i rezultata.

	11.Istražuje protjecanje fluida. 12.Istražuje ovisnost tlaka plina o temperaturi uz stalni obujam. 13.Istražuje Brownovo gibanje. 14.Istražuje pretvorbe mehaničke energije u toplinu. 15.Istražuje stруjne krugove serijski/paralelno dva ili tri spojena otpornika.				
--	---	--	--	--	--

**PREPORUKA:**

Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavljju Učenje i poučavanje. U drugom razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodima 1.,4.i 8.

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

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

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

*Određivanje* podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mijere.

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

### ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4x3 (4x105 SATI)

Na kraju 3. razreda srednje škole učenik:					
ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
<b>AB. 3. 1</b> <b>Opisuje svojstva magneta i analizira vezu između električne struje i magnetizma.</b>	Opisuje svojstva magneta i magnetsko polje. Povezuje nastanak magnetskog polja s gibanjem naboja. Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete.  <b>Ključni pojmovi:</b>	Opisuje magnetsko polje jednog i dvaju magneta te ga prikazuje linijama magnetskog polja. Opisuje Oerstedov pokus. Crta i matematički opisuje polje oko ravnog vodiča i polje unutar zavojnice.	Objasnjava Oerstedov pokus. Objasnjava nastajanje magnetskog polja petlje. Povezuje smjer električne struje i smjer magnetskog polja. Uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete.	Koristi se konceptom magnetskih domena za tumačenje feromagnetskih svojstava. Analizira čimbenike koji utječu na polje elektromagneta.	Primjenjuje superpoziciju magnetskih polja. Opisuje primjene magnetizma tvari u informatici i tehnologiji.  <i>Objasnjava magnetska svojstva željeza.</i>

	magnetske domene, magnetsko polje, linije magnetskog polja, elektromagnet, tesla, feromagnetizam, <i>paramagnetizam</i>	Opisuje primjere jakih i slabih magnetskih polja. Opisuje primjene elektromagneta.	Skicira vektor magnetskog polja u bilo kojoj točki prostora oko magneta.	Objašnjava razliku između homogenog i nehomogenog magnetskog polja. <i>Raspravlja o mogućem utjecaju magnetskog polja električnih uređaja na zdravlje ljudi (odašiljači, dalekovodi).</i>	<i>Opisuje pojavu paramagnetizma na primjerima.</i> <i>Objašnjava Zemljin magnetizam.</i>
B. 3. 2 <i>Analizira magnetsko međudjelovanje i objašnjava primjene.</i>	Opisuje međudjelovanje magneta. Povezuje Amperovu i Lorentzovu silu. Analizira gibanje naboja u magnetskom polju. Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima teče električna struja. <i>Analizira rad ciklotrona i masenog spektrometra.</i>  <b>Ključni pojmovi:</b> Amperova sila, Lorentzova sila	Opisuje Lorentzovu silu i Amperovu silu na primjerima. Opisuje vezu između Amperove i Lorentzove sile.	Objašnjava putanje nabijene čestice u magnetskom polju. Objašnjava primjenu Amperove sile u uređajima ( <i>poput DC motora, zvučnika, magnetskog diska,...</i> ). <i>Opisuje načelo rada ciklotrona i masenog spektrometra te navodi primjene.</i>	Analizira međudjelovanje dvaju paralelnih vodiča kojima teće električna struja (definira amper). <i>Objašnjava djelovanje Lorentzove sile u uređaju poput magnetrona ili ciklotrona.</i>	Matematički povezuje Amperovu i Lorentzovu silu. <i>Povezuje zaštitu Zemlje od Sunčeva vjetra i polarnu svjetlost s Lorentzovom silom.</i> <i>Analizira čimbenike koji utječu na ciklotronsku frekvenciju i na radijus putanja čestice u masenom spektrometru.</i>
BC. 3. 3 <i>Analizira elektromagnetsku indukciju i primjene.</i>	Primjenjuje Faradayev zakon. Analizira primjene elektromagnetske indukcije. Uspoređuje svojstva istosmjerne i izmjerenične električne struje.  <b>Ključni pojmovi:</b> elektromagnetska indukcija, magnetski tok, Lenzovo pravilo, generator, transformator, izmjerenična električna struja, efektivna vrijednost	Opisuje pojavu elektromagnetske indukcije. Grafički opisuje svojstva izmjerenične električne struje. Opisuje transformator i njegovu primjenu. Opisuje doprinos Nikole Tesle razvoju tehnologije izmjerenične električne struje.	Opisuje pojam magnetskog toka. Tumači Faradayev zakon. Opisuje načelo rada generatora. Tumači prednosti i nedostatke izmjerenične i istosmjerne električne struje. Objašnjava efektivnu vrijednost izmjerenične električne struje. <i>Tumači kapacitivni i induktivni otpor.</i>	Analizira utjecaj relevantnih varijabla na inducirani napon. Objašnjava načelo rada transformatora. <i>Analizira primjenu elektromagnetske indukcije na primjerima iz tehnike.</i>	Objašnjava pojavu induciranoj napona između krajeva ravnog vodiča koji se giba u magnetskom polju. <i>Primjenjuje Lenzovo pravilo na primjerima.</i> <i>Tumači impedanciju.</i>

<p><b>CD. 3. 4</b> <b>Analizira harmonijsko titranje.</b></p>	<p>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.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> period, frekvencija, elongacija, amplituda, kružna frekvencija, povratna sila, rezonancija, prisilno i prigušeno titranje</p>	<p>Opisuje jednostavne harmonijske oscilatore. Povezuje period i frekvenciju titranja. Opisuje pretvorbe energije kod titranja matematičkog njihala i tijela na opruzi. Očitava period i amplitudu titranja iz grafičkog prikaza.</p>	<p>Tumači matematički opis harmonijskog titranja. Razlikuje harmonijsko od ostalih vrsta titranja. Prepoznaće povratnu silu u različitim primjerima titranja. Raspisuje elongaciju titranja. Opisuje na primjerima prisilno i prigušeno titranje te pojavu rezonancije. <i>Uspoređuje značajke mehaničkog i titranja u LC titrajanom krugu.</i></p>	<p>Grafički prikazuje ovisnost elongacije titranja o vremenu. Objašnjava povratnu silu matematičkog njihala. Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator. <i>Matematički povezuje titranje i kružno gibanje.</i></p>	<p>Objašnjava i primjenjuje pojam kružne frekvencije. Grafički prikazuje ovisnost brzine i akceleracije titranja o vremenu. Analizira primjere harmonijskih oscilatora u tehnologiji.</p>
<p><b>CD. 3. 5</b> <b>Objašnjava nastanak vala i analizira valna svojstva.</b></p>	<p>Objašnjava nastanak vala. Opisuje zakon odbijanja vala na čvrstom i slobodnom kraju. Opisuje lom vala. Objašnjava ogib i interferenciju. Primjenjuje Huygensov princip</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> valna duljina, brzina vala, longitudinalni i transverzalni val, valna fronta, ogib, interferencija</p>	<p>Opisuje nastanak mehaničkog vala (longitudinalnog i transverzalnog). Povezuje progresivni val i širenje energije. Prepoznaće odbijanje, lom, ogib i interferenciju vala na primjerima. Opisuje i skicira odbijanje i lom vala. Povezuje valnu duljinu s frekvencijom i brzinom vala.</p>	<p>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.</p>	<p>Tumači jednadžbu ravnog vala. Objašnjava razliku odbijanja na čvrstom kraju i na slobodnom kraju sredstva. Tumači uvjete konstruktivne i destruktivne interferencije. Matematički i crtežom opisuje interferenciju dvaju valova.</p>	<p>Analizira čimbenike koji utječu na interferencijsku sliku.</p>
<p><b>CD. 3. 6</b> <b>Analizira valna svojstva zvuka.</b></p>	<p>Opisuje nastanak zvučnog vala. Objašnjava nastanak stojnog vala. Skicira stojni val u glazbenim instrumentima. Objašnjava Dopplerov učinak. <i>Opisuje zvučno zagadjenje.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b></p>	<p>Opisuje nastanak zvučnog vala. Navodi raspon čujnih frekvencija i definira ultrazvuk. Navodi primjere primjene ultrazvuka. Opisuje Dopplerov učinak na primjerima.</p> <p><i>Opisuje primjere odbijanja, ogiba i interferencije zvuka.</i></p>	<p>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</p>	<p>Objašnjava osnovno načelo ultrazvučne dijagnostike. Tumači primjene Dopplerova učinka (<i>npr. policijski radar, protok krvi, oslikavanje morskog dna</i>). Objašnjava interferenciju valova zvuka iz dvaju izvora. <i>Kvalitativno objašnjava ovisnost brzine širenja zvuka o sredstvu.</i></p>	<p>Objašnjava uho prijamnik zvučnoga vala Objašnjava načelo ugađanja žičanih instrumenata s pomoću rezonancije. <i>Kvalitativno objašnjava probijanje zvučnog zida.</i></p>

	stojni val, ultrazvuk, <i>intenzitet zvuka, decibel</i>		gibanja izvora zvuka u odnosu na oapažača. <i>Definira prag čujnosti, mjeru jedinicu decibel te navodi izvore zvučnog zagađenja.</i>	<i>Uspoređuje razine različitih izvora zvuka iz svakodnevnog života.</i>	
D. 3. 7 <i>Primjenjuje zakone geometrijske optike.</i>	<i>Primjenjuje zakon odbijanja na ravna zrcala.</i> <i>Primjenjuje Snellov zakon.</i> <i>Opisuje potpuno odbijanje svjetlosti.</i> <i>Konstruira sliku predmeta koju stvara leća.</i> <i>Opisuje razlaganje svjetlosti.</i> <i>Opisuje nastanak slike kod optičkih instrumenata: mikroskop, teleskop, čovječe oko.</i>  <b>Ključni pojmovi:</b> indeks loma, potpuno odbijanje, granični kut, prizma, sabirne i rastresne leće, karakteristične zrake, realna i virtualna slika	<i>Opisuje zakone geometrijske optike.</i> <i>Crti i opisuje sliku predmeta nastalog odbijanjem kod ravnog zrcala.</i> <i>Crti i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti kod sabirne leće.</i> <i>Opisuje razliku između sabirne i rastresne leće.</i>	<i>Crtičom 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>Crti i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti kod divergentne leće.</i> <i>Kvalitativno opisuje principe rada i uporabu optičkih pomagala poput povećala i naočala.</i>	<i>Kvalitativno opisuje oko kao optički uređaj i objašnjava dalekovidnost, kratkovidnost, jakost leće i dioptriju.</i> <i>Crtičom i matematičkim izrazom opisuje potpuno odbijanje svjetlosti na granici dvaju optički različitih sredstava.</i> <i>Kvalitativno opisuje razlaganje svjetlosti i nastanak duge.</i>	<i>Objašnjava nastanak slike kod mikroskopa i teleskopa.</i>
ABCD. 3. 8 <i>Rješava fizičke probleme.</i>  <b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.	Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.  Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.  Primjenjuje i interpretira različite reprezentacije fizičkih veličina. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rješenje.  <b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerena jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, pouzdane znamenke, vrednovanje	Svojim riječima opisuje zadanu situaciju.  Skicira fizičku situaciju. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaće fizičke veličine. Veličinama pridružuje simbole.  Prepoznaće traženu veličinu. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaće fizički model koji opisuje zadanu situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju). Računa traženu veličinu. Zapisuje rezultat simbolom, numeričkom vrijednošću i mjernom jedinicom.	Simbolima označuje fizičke veličine na crtežu.  Prikazuje situaciju grafičkim prikazom ili dijagramom. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.  Zaključuje o međuvisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Zaokružuje vrijednosti fizičkih veličina na pouzdane znamenke.  Kvalitativno zaključuje povezujući manji broj osnovnih koncepata.	Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja.  Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta.  Procjenjuje mogućnost primjene te traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata.  Kvalitativno zaključuje povezujući veći broj koncepata i/ili zahtjevниje koncepte.	Kritički se odnosi prema postavci problema.  Predlaže vlastite probleme.  Procjenjuje vrijednosti fizičkih veličina.  U opisu situacije povezuje veći broj zakonitosti, pravila i relacija.

	rješenja, fizički koncept, zakon, teorija	Kvalitativno zaključuje primjenjujući osnovne koncepte.			
<p><b>ABCD. 3.9</b>  <b>Istražuje fizičke pojave:</b>  <b>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje deset eksperimentalnih istraživanja</b>  <b>b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija</b>  <b>c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave učenički projekt ili istraživanje otvorenog tipa (izborno).</b></p> <p><b>Napomena: Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.</b></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><b>Neki predloženi pokusi:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ispituje djelovanje permanentnog magneta na različite materijale.</li> <li>2. Analizira utjecaj broja namotaja zavojnice na jakost elektromagneta.</li> <li>3. Mjeri magnetsko polje Zemlje</li> <li>4. Istražuje ovisnost induciranih napona o broju zavoja transformatora.</li> <li>5. Mjeri ovisnost perioda titranja o duljini njihala.</li> <li>6. Mjeri akceleraciju slobodnog pada s pomoću njihala.</li> <li>7. Mjeri ovisnost perioda titranja opruge o masi utega.</li> <li>8. Istražuje ogib i interferenciju valova na vodi.</li> <li>9. Istražuje uvjete u kojima nastaje stojni val zvuka u Kundtovoj cijevi.</li> <li>10. Mjeri brzinu zvuka metodom odjeka.</li> <li>11. Mjeri brzinu zvuka s pomoću glazbene vilice i stupca zraka.</li> </ol>	<p>Postavlja hipotezu. Objasnjava svoje pretpostavke. Opisuje i objasnjava pribor i mjerne uređaje. Skicira i objasnjava pokus. Izvodi pokus prema uputama. Kontrolira varijable tijekom eksperimenta. Mjeri potrebne fizičke veličine. Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički. Interpretira rezultate mjerjenja. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje.. Donosi zaključke. Sastavlja izvješće. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Odabire pribor i postavlja eksperiment. Samostalno izvodi eksperiment. Objasnjava koje je varijable potrebno održavati stalnim a koje mijenjati. Objasnjava funkcionalnu ovisnost varijabla. Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenu. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta. Uočava funkcionalnu ovisnost varijabla. Objasnjava zaključke. Objasnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Razmatra etičnost i sigurnost eksperimenta. Objasnjava kako se modifikacijom metode može poboljšati kvaliteta mjernih podataka. Objasnjava teorijsku podlogu. Koristi se dodatnom literaturom. Raspravlja o važnosti kontrole varijabla. Provodi račun pogreške. Objasnjava doprinose pogreškama u mjerenu. Uspoređuje rezultate mjerjenja s modelom. Vrednuje proceduru i rezultate mjerjenja. Analizira odnose između varijabli. Analizira te prikazuje pravilnosti i trendove podataka i koristi ih za donošenje zaključaka. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Predlaže način testiranja hipoteze. Oblikuje i provodi eksperiment. Dizajnira metode koje uključuju kontrolu i precizno mjerjenje varijabli te sustavno prikupljanje podataka. Otkriva nedosljednosti u rezultatima. Analizira metodu i kvalitetu mjernih podataka. Prepoznaće i analizira alternativna objašnjenja i modele. Objasnjava aktivnosti za poboljšanje kvalitete dokaza. Koristi odgovarajući jezik i prikaze za izvještavanje i raspravu o svojim idejama i tvrdnjama. Prezentira rezultate s pomoću IKT-a. Razmjenjuje informacije. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.</p>

	<p>12. Mjeri indeks loma stakla/plastike.</p> <p>13. Istražuje odbijanje svjetlosti i sliku u ravnom zrcalu.</p> <p>14. Mjeri žarišnu daljinu sabirne leće.</p> <p>15. Mjeri ovisnost valne duljine zvučnih valova o frekvenciji.</p> <p>16. Istražuje efekt Faradayeva kaveza.</p> <p>17. Istražuje čimbenike koji utječu na sagibanje greda.</p> <p>18. Istražuje domino-efekt.</p>				
<b>PREPORUKA:</b>					
Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje. U trećem razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodima 2, 3 i 4.					
<b>NAPOMENE:</b>					
Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.					
<i>Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni ishodi i podishodi.</i>					
<i>Mjerenje</i> podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine izravnim mjeranjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranom jediničnom mjerom.					
<i>Određivanje</i> podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mijere.					
Domene: A - Struktura tvari, B - Međudjelovanje, C - Gibanje, D - Energija					

ČETVEROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 4X3 (3x105 + 1x96 SATI)

Na kraju 4. razreda srednje škole učenik:					
ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
D. 4. 1 <i>Analizira valnu prirodu svjetlosti.</i>	<p>Opisuje svjetlost kao val. Analizira ogib i interferenciju svjetlosti. Opisuje raspršenje i polarizaciju svjetlosti.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> nekoherentna i koherentna svjetlost, fazni pomak Youngov pokus, raspršenje svjetlosti, optička rešetka, Brewsterov kut</p>	<p>Opisuje osnovne pojmove valne optike: lom, ogib, interferenciju i polarizaciju svjetlosti.</p> <p>Opisuje Youngov pokus. Objasnjava razliku između koherentne i nekoherentne svjetlosti.</p>	<p>Objasnjava Youngov pokus. Opisuje pojavu polarizacije i interferencije svjetlosti u prirodi (<i>npr. sloj ulja na vodi, perje ptica, mjeđur sapunice, polarizacijske naočale, dvolomac</i>) i primjene u tehnologiji.</p> <p><i>Objasnjava nastanak duge i raspršenje svjetlosti u Zemljinoj atmosferi.</i></p>	<p>Matematički i grafički opisuje nastanak spektra na optičkoj rešetki. Kvalitativno i grafički opisuje potpunu polarizaciju svjetlosti (Brewsterov kut). Raspravlja o primjenama polarizirane svjetlosti.</p>	<p>Analizira utjecaj valne duljine na interferencijsku sliku u Youngovu pokusu i na rešetki.</p> <p><i>Opisuje ogib rendgenskih zraka na kristalima i njegovu važnost u izučavanju strukture tvari.</i></p> <p><i>Opisuje načela holografije.</i></p>
D. 4. 2 <i>Objasnjava nastanak, svojstva i primjene elektromagnetskih valova.</i>	<p>Analizira elektromagnetske valove. Opisuje izvore elektromagnetskog zračenja. Opisuje energijski spektar elektromagnetskog zračenja. Objasnjava vrste elektromagnetskog zračenja i primjene. Objasnjava utjecaj elektromagnetskog zračenja na Zemlju i živi svijet.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> elektromagnetski valovi, elektromagnetsko zračenje, elektromagnetski spektar</p>	<p>Opisuje model elektromagnetskog vala. Usaporeuje brzinu širenja elektromagnetskog vala kroz različita sredstva. Navodi vrste valova u elektromagnetskom spektru. Navodi koje su vrste elektromagnetskih valova izrazito štetne za ljude.</p>	<p>Objasnjava razliku između elektromagnetskog i mehaničkog vala. Opisuje svojstva (valnu duljinu i frekvenciju) te primjenu različitih vrsta elektromagnetskih valova. Objasnjava prijenos informacija s pomoću elektromagnetskih valova na živi svijet.</p>	<p>Povezuje valnu duljinu valova detektora s veličinom objekta koji se promatra (radar, svjetlosni mikroskop, rendgensko zračenje). Objasnjava prijenos informacija s pomoću elektromagnetskih valova. Opisuje izvore i ulogu infracrvenog zračenja.</p>	<p>Opisuje različite načine nastajanja i rasprostiranja pojedinih elektromagnetskih valova.</p> <p><i>Kvalitativno opisuje sadržaj Maxwellovih jednadžbi za vakuum.</i></p>

<p><b>ABD. 4. 3</b>  <b>Analizira</b>  <b>valno-čestični model svjetlosti i tvari.</b></p>	<p>Matematički opisuje i analizira fotoelektrični učinak.  Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja.  Opisuje de Broglieu hipotezu i difrakciju elektrona.  Interpretira valnu funkciju.  <i>Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  foton, Planckova konstanta, fotoelektrična ćelija, zaustavni napon, kvantizacija energije, valna funkcija</p>	<p>Opisuje fotoelektrični učinak.  Opisuje koncept fotona i njegovu energiju.  Opisuje valno-čestični model elektromagnetskog zračenja.  Opisuje primjene fotoelektrične ćelije.  Tumači de Broglieu hipotezu.</p>	<p>Kvalitativno i matematički opisuje fotoelektrični učinak.  Objašnjava izlazni rad elektrona.  Objašnjava princip rada fotoelektrične ćelije.</p>	<p>Kvalitativno opisuje ovisnost intenziteta zračenja crnoga tijela o valnoj duljini i primjenu pri mjerenu temperature udaljenih tijela.  Tumači određivanje kinetičke energije fotoelektrona pomoću zaustavnog napona.  <i>Analizira graf električne struje fotoelektrona u ovisnosti o zaustavnom naponu. Opisuje načelo rada elektronskog mikroskopa.</i></p>	<p>Objašnjava pokus s ogibom elektrona na dvjema pukotinama.  Interpretira valnu funkciju.  Opisuje u glavnim crtama ideje kvantne mehanike.  <i>Primjenjuje Heisenbergovo načelo neodređenosti.</i></p>
<p><b>AD. 4. 4</b>  <b>Analizira modele atoma i energetske spektre.</b></p>	<p>Opisuje modele atoma.  Analizira emisijske i apsorpcijske spektre.  Analizira razvoj modela atoma.  <i>Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser).</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  kontinuirani i linijski spektar, kvantizacija energije, energijska razina, kvantni skok, osnovno i pobuđeno stanje, kvantni brojevi, <i>stimulirana emisija fotona</i>, učinak staklenika</p>	<p>Opisuje modele atoma (Rutherfordov, Bohrov, kvantno-mehanički).  Opisuje linijski i kontinuirani spektar te ih povezuje s izvorima svjetlosti.  Povezuje emisijski i apsorpcijski spektar s elektronskim prijelazima u atomu.</p>	<p>Opisuje Rutherfordov eksperiment.  Uspoređuje energetske spektre pojedinih atoma i molekula.  <i>Opisuje glavne značajke lasera i navodi važne primjene.</i></p>	<p>Analizira razvoj modela atoma.  Opisuje primjene spektralne analize za određivanje sastava tvari te njezinu ulogu u istraživanju svemira.  <i>Objašnjava raspršenje svjetlosti u Zemljinoj atmosferi (plavo i crveno nebo te bijelo mljeko).</i></p>	<p>Objašnjava učinak staklenika i raspravlja ulozi stakleničkih plinova.  <i>Opisuje proces dobivanja stimulirane emisije fotona (laser) i objašnjava njegovu primjenu.</i>  <i>Opisuje elektron-val zarobljen u kutiji i povezuje s idejom kvantizacije energije.</i></p>

<p><b>ABD. 4. 5</b> <b>Objašnjava model atomske jezgre i nuklearne reakcije.</b></p>	<p>Opisuje građu atomske jezgre. Opisuje svojstva jake sile. Objašnjava nuklearne reakcije. Primjenjuje koncept defekta mase. Objašnjava procese nuklearne fisije i fuzije.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> nukleoni, atomski broj, maseni broj, izotop, jaka sila, slaba sila, zakon očuvanja broja nukleona, nuklearna energija, fuzija, fisija</p>	<p>Opisuje građu atomske jezgre i njezine sastavne dijelove. Kvalitativno opisuje procese fisije i fuzije. Tumači prednosti i nedostatke dobivanja energije u nuklearnim elektranama.</p>	<p>Objašnjava koncept defekta mase na primjerima. Definira atomsku jedinicu mase. Objašnjava načela dobivanja energije iz nuklearnih reakcija (fisija i fuzija).</p>	<p>Povezuje defekt mase s energijom vezanja jezgre. Kvalitativno opisuje jaku silu i uspoređuje ju s električnom i gravitacijskom silom. Primjenjuje zakone očuvanja u nuklearnim reakcijama. <i>Objašnjava utjecaj nuklearnog reaktora na okoliš.</i> <i>Razlikuje kontroliranu i nekontroliranu fisiju na primjerima.</i></p>	<p>Objašnjava podrijetlo energije zvijezda. <i>Analizira grafički prikaz „nuklearne doline“.</i> <i>Objašnjava Einsteinov doprinos znanosti.</i></p>
<p><b>AD. 4. 6</b> <b>Analizira radioaktivne raspade i opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme.</b></p>	<p>Opisuje svojstva radioaktivnih zračenja te analizira njihove primjene i učinke na žive organizme. Analizira i primjenjuje zakon radioaktivnog raspada. Opisuje načine detekcije ionizirajućeg zračenja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> gama-raspad, alfa-raspad, beta-raspad, alfa-čestica, antičestice, neutrino, vrijeme poluraspada, doza zračenja, sivert</p>	<p>Definira i opisuje svojstva radioaktivnih zračenja. Tumači značenje vremena poluraspada. Tumači primjene radioaktivnog zračenja. Objašnjava načine zaštite od zračenja.</p>	<p>Grafički opisuje zakon radioaktivnog raspada. Opisuje učinke ionizirajućeg zračenja na žive organizme. <i>Opisuje načine detekcije zračenja.</i></p>	<p>Primjenjuje primjere jednadžba radioaktivnih raspada. Uspoređuje ekvivalentne doze zračenja. <i>Opisuje glavne značajke čestica koje nastaju u nuklearnim reakcijama.</i></p>	<p>Objašnjava primjenu radioaktivnosti u medicini i u metodi određivanja starosti. <i>Analizira i vrednuje učinke nuklearnih tehnologija na čovjeka i okoliš.</i></p>

<p><b>CD. 4. 7</b>  <b>Opisuje i primjenjuje osnovne ideje STR-a.</b></p>	<p>Objašnjava postulate STR-a.  Opisuje dilataciju vremena  Opisuje kontrakciju duljine  Tumači načelo ekvivalencije mase i energije.  <i>Opisuje relativnost simultanosti.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  inercijski sustav, Galilejeva relativnost, brzina svjetlosti, prostorno-vremenski kontinuum  <i>svjetlosni sat, energija mirovanja</i></p>	<p>Opisuje primjer Galileijeve relativnosti gibanja.  Tumači postulate STR-a.  Tumači načelo ekvivalencije mase i energije.  <i>Opisuje misaoni pokus koji demonstrira nepostojanje simultanosti za promatrače u relativnom gibanju.</i></p>	<p>Kvalitativno opisuje relativističku dilataciju vremena.  Kvalitativno opisuje relativističko skraćivanje duljina.  <i>Opisuje princip rada svjetlosnog sata.</i>  <i>Zaključuje o različitim očitanjima satova dvaju promatrača u različitim inercijskim sustavima.</i></p>	<p>Opisuje ideju prostorno vremenskog kontinuma.  <i>Objašnjava razliku između ukupne energije, energije mirovanja i kinetičke energije.</i></p>	<p>Objašnjava eksperimentalne dokaze specijalne teorije relativnosti.  <i>Objašnjava primjere paradox-a.</i></p>
<p><b>ABCD. 4. 8</b>  <b>Opisuje model nastanka i strukturu svemira.</b></p>	<p>Opisuje četiri fundamentalne sile.  Objašnjava nastanak i razvoj svemira.  <i>Opisuje osnovne elementarne čestice.</i>  <i>Objašnjava evoluciju zvijezda.</i></p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  tamna tvar, tamna energija, termonuklearne reakcije, neutronska zvijezda, supernova, crna rupa, veliki prasak</p>	<p>Opisuje četiri fundamentalne sile i primjere njihova djelovanja.  Tumači glavne postavke teorije velikog praska.  Opisuje sastav svemira.  Opisuje strukturu Sunčeva sustava.  <i>Opisuje osnovne elementarne čestice.</i></p>	<p>Objašnjava model nastanka Sunčeva sustava.  <i>Navodi glavne tipove zvijezda i uspoređuje njihove osnovne značajke.</i></p>	<p>Objašnjava argumente u prilog teoriji velikog praska (npr. pozadinsko zračenje, širenje svemira).  Opisuje glavne procese i etape u životu Sunca.  <i>Objašnjava scenarije budućnosti svemira.</i>  Opisuje nastanak crnih rupa.</p>	<p>Objašnjava razvoj i strukturu različitih tipova zvijezda.  <i>Objašnjava podrijetlo i nastanak različitih elemenata u svemiru.</i>  <i>Objašnjava kako je izmjerен svemir.</i></p>

<p><b>ABCD. 4. 9</b>  <b>Rješava fizičke probleme.</b></p> <p><b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.</p>	<p>Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.          Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.          Primjenjuje i interpretira različite reprezentacije fizičkih veličina. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.          Vrednuje postupak i rješenje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>          fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerne jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, pouzdane znamenke, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon, teorija</p>	<p>Svojim riječima opisuje zadani situaciju.          Skicira fizičku situaciju.          Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka.          Prepoznaće fizičke veličine.          Veličinama pridružuje simbole.          Prepoznaće traženu veličinu.          Pretvara mjerne jedinice.          Prepoznaće fizički model koji opisuje zadani situaciju.          Odabire odgovarajući matematički model (relaciju).          Računa traženu veličinu.          Zapisuje rezultat simbolom, numeričkom vrijednošću i mernom jedinicom.          Kvalitativno zaključuje primjenjujući osnovne koncepte.</p>	<p>Simbolima označuje fizičke veličine na crtežu.          Prikazuje situaciju grafičkim prikazom ili dijagramom.          Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.          Zaključuje o međuvisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.          Zaokružuje vrijednosti fizičkih veličina na pouzdane znamenke.          Kvalitativno zaključuje povezujući manji broj osnovnih koncepata.</p>	<p>Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja.          Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta.          Procjenjuje mogućnost primjene te traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata.          Kvalitativno zaključuje povezujući veći broj koncepata i/ili zahtjevnije koncepte.</p>	<p>Kritički se odnosi prema postavci problema.          Predlaže vlastite probleme.          Procjenjuje vrijednosti fizičkih veličina.          U opisu situacije povezuje veći broj zakonitosti, pravila i relacija.</p>
---	---	--	---	--	--

<p><b>ABCD. 4. 10</b>  <b>Istražuje fizičke pojave:</b></p> <p>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja  b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija  c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).</p> <p><b>Napomena:</b> Učitelji uz predložena mogu izabrati i druga obvezna eksperimentalna istraživanja.</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><b>Predloženi pokusi:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Istražuje Youngove pruge interferencije.</li> <li>2. Mjeri konstantu optičke rešetke.</li> <li>3. Istražuje mikrovalove s pomoću pećnice.</li> <li>4. Mjeri Brewsterov kut za staklo.</li> <li>5. Mjeri zakret ravnine polarizacije u šećernoj otopini.</li> <li>6. Istražuje fotoelektrični učinak s pomoću simulacije.</li> <li>7. Istražuje radioaktivni raspad s pomoću kockica.</li> <li>8. Istražuje alfa-raspad i beta-raspad s pomoću simulacije.</li> <li>9. Istražuje efekt staklenika.</li> <li>10. Istražuje koeficijent restitucije elastične loptice.</li> <li>11. Istražuje optičko razlučivanje.</li> </ol>	<p>Postavlja istraživačko pitanje. Postavlja hipotezu.  Objašnjava svoje pretpostavke.  Odabire pribor i postavlja eksperiment.  Skicira i objašnjava pokus.  Izvodi pokus prema uputama.  Objašnjava koje je varijable potrebno održavati stalnim a koje mijenjati  Mjeri potrebne fizičke veličine.</p> <p>Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički.  Interpretira rezultate mjerjenja.</p> <p>Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta.</p> <p>Računa srednju vrijednost i apsolutnu i relativnu pogrešku.</p> <p>Interpretira značenje zapisa mjerene veličine s pogreškom.</p> <p>Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje.</p> <p>Sastavlja izvješće.</p> <p>Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Samostalno izvodi eksperiment.  Raspravlja o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenu.  Procjenjuje pogrešku mjerjenja.  Računa i tumači relativnu pogrešku.  Objašnjava teorijsku podlogu.  Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku.  Uspoređuje rezultate mjerjenja s modelom.  Vrednuje proceduru i rezultate mjerjenja.  Analizira odnose između varijabli  Izgrađuje argumente utemeljene na znanstvenim dokazima.  Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Oblikuje i provodi eksperiment.  Predlaže postupak za unaprijeđenje ili poboljšanje metode istraživanja.  Objašnjava etičnost i sigurnost eksperimenta.  Analizira doprinosima različitih pogrešaka u mjerenu.  Provodi cijelokupan račun pogreške.  Vrednuje rezultate i donosi zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje.  Prepoznaje i analizira alternativna objašnjenja i modele.  Koristi se dodatnom literaturom.  Prezentira rezultate s pomoću IKT-a.  Razmjenjuje informacije.  Odabire odgovarajuće grafičke i tekstualne prikaze za predstavljanje rezultata istraživanja.  Raspisavlja o pojavi u prirodi, prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Samostalno postavlja istraživačka pitanja i iznosi hipoteze.  Predlaže način testiranja hipoteze.  Samostalno osmišljava odgovarajuće metode istraživanja koje uključuju rad na terenu i/ili laboratorijske pokuse.  Objašnjavaju kako razmatra pouzdanost, sigurnost, objektivnost te etičnost u metodi istraživanja.  Koristi digitalne tehnologije za poboljšanje kvalitete podataka.  Koristi analizu podataka za donošenje i opravdavanje zaključaka.  Pronalazi i diskutira alternativna objašnjenja i raspravlja o mogućim izvorima nepouzdanosti.  Ocenjuje tude metode i objašnjenja iz znanstvene perspektive.  Procjenjuje valjanost i pouzdanost tvrdnji u izvorima informacija s obzirom na kvalitetu metodologije i navedene dokaze.  Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.</p>
<p><b>PREPORUKA:</b>  Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka različite složenosti koji su opisani u poglavljju Učenje i poučavanje.  U četvrtom razredu preporučuje se zadatke više složenosti primjenjivati samo u ishodima 1 i 3.</p>					

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

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

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

*Određivanje* podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mijere.

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

NIJE LEKTORIRANO

DVOGODIŠNJE I TROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 2x2 I 3x2 (2x70 I 3x70 SATI)

Program za prvi razred sastoji se od 7 ishoda od čega je 5 obaveznih, a 2 izborna.

Izborne ishode u modelu 3x2 nastavnik bira između 4 ponuđena izborna ishoda u prvome razredu.

Izborne ishode u modelu 2x2 nastavnik odabire između bilo koja 2 ishoda od ukupno 14 izbornih ishoda ponuđenih u svim razredima

Na kraju 1. razreda srednje škole učenik:

ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C. 1. 1 <b>Analizira pravocrtna gibanja.</b>	<p>Opisuje, grafički prikazuje i analizira jednoliko i nejednoliko pravocrtno gibanje.</p> <p>Opisuje, grafički prikazuje i analizira jednoliko ubrzano gibanje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> vremenski interval i trenutak, položaj, pomak, put, putanja, referentni sustav, vektor, skalar, brzina, akceleracija</p>	<p>Tumači osnovne kinematičke pojmove, njihove simbole i mjerne jedinice.</p> <p>Razlikuje srednju i trenutnu brzinu.</p> <p>Opisuje matematičkim izrazima jednoliko pravocrtno i jednoliko ubrzano gibanje bez početne brzine i grafički ih prikazuje.</p>	<p>Matematički opisuje i grafički prikazuje jednoliko ubrzano i jednoliko usporeno gibanje s početnom brzinom.</p> <p>Objašnjava značenje nagiba kinematičkih grafova i površine ispod <math>v-t</math> grafa.</p>	<p>Na temelju grafičkog prikaza vremenske promjene jedne fizičke veličine, grafički prikazuje vremensku ovisnost druge fizičke veličine za dano gibanje.</p> <p><i>Objašnjava značenje površine ispod a-t grafa.</i></p>	<p>Iznosi i analizira vlastite primjere pravocrtnih gibanja.</p>

<p><b>B. 1. 2</b> <b>Analizira međudjelovanja tijela.</b></p>	<p>Opisuje silu težu, elastičnu silu, silu trenja, silu napetosti niti i silu reakcije podloge. Analizira međudjelovanja tijela na primjerima. Sile zbraja i rastavljava komponente te određuje rezultantu.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> sila, sila teža, slobodni pad, težina, elastična sila, sila napetosti, sila podloge i sila trenja, dijagram sila, zbrajanje sila, rastavljanje sila na komponente, rezultanta</p>	<p>Opisuje slobodni pad. Opisuje silu težu, elastičnu silu, silu trenja, silu napetosti niti i silu reakcije podloge. Razlikuje silu težu i težinu.</p>	<p>Razlikuje statičko i dinamičko trenje. Prepoznaće istovremeno djelovanje više sila na tijelo i prikazuje ih dijagramom sila.</p>	<p>Analizira djelovanje sila na primjerima iz svakodnevnog života. Sile zbraja i rastavljava komponente te određuje rezultantu.</p>	<p>Raspravlja o primjenama mjerena sila.</p>
<p><b>C. 1. 3</b> <b>Primjenjuje Newtonove zakone.</b></p>	<p>Primjenjuje Newtonove zakone. Tumači ovisnost akceleracije o sili i masi tijela. Objasnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja. Određuje odgovarajuće parove sila na primjerima.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> masa, tromost, sila, protusila, inercijski sustav, relativnost gibanja, I., II. i III. Newtonov zakon</p>	<p>Tumači Newtonove zakone na primjerima. Povezuje pojmove tromosti i mase tijela. Matematički opisuje ovisnosti akceleracije o sili i masi. Na jednostavnim primjerima određuje odgovarajuće parove sila.</p>	<p>Objašnjava relativnost mirovanja i jednolikoga pravocrtnoga gibanja. Opisuje značenje pojma inercijskog sustava. Navodi primjere jednolikih pravocrtnih gibanja.</p>	<p>Opisuje gibanja i međudjelovanja u prirodi primjenjujući odgovarajuće Newtonove zakone.</p>	<p>Analizira vlastite primjere primjene Newtonovih zakona.</p>

<p><b>D. 1. 4</b> <b>Primjenjuje zakon očuvanja energije.</b></p>	<p>Tumači i matematički opisuje kinetičku, elastičnu potencijalnu i gravitacijsku potencijalnu energiju. Tumači i primjenjuje pojmove rada, snage i korisnosti. Primjenjuje zakon očuvanja energije.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> energija, zatvoren i otvoren sustav, unutarnja energija, snaga, korisnost</p>	<p>Tumači i matematički opisuje kinetičku i gravitacijsku potencijalnu energiju. Tumači pojam zatvorenog fizičkog sustava. Objašnjava pretvorbu energije i matematički opisuje pojam rada i snage. Povezuje rad obavljen na tijelu s promjenom energije tijela. Tumači zakon očuvanja energije na primjerima.</p>	<p>Tumači i matematički opisuje elastičnu potencijalnu energiju. Razlikuje pozitivan i negativan rad. Opisuje unutarnju energiju.</p>	<p>Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjerima bez trenja. Tumači i primjenjuje pojam korisnosti, rada i energije. Analizira korisnosti uređaja.</p>	<p>Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjerima s trenjem. <i>Kritički interpretira znanstvene informacije o pitanjima energetike.</i></p>
<p><b>C. 1. 5</b> <b>Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.</b></p>	<p>Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja. Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja. Opisuje elastični i neelastični sudar na primjerima.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> količina gibanja, impuls sile, elastični i neelastični sudar</p>	<p>Opisuje količinu gibanja i impuls sile. Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja. Opisuje elastični i neelastični sudar i navodi primjere.</p>	<p>Na primjerima povezuje impuls sile i promjenu količine gibanja tijela.</p>	<p>Primjenjuje zakone očuvanja količine gibanja u primjerima iz svakodnevnog života i svemira (<i>npr. gibanje glavonožaca, biljarskih kugla, raketa, astronauta</i>).</p>	<p>Povezuje zakon očuvanja količine gibanja i III. Newtonov zakon.</p>
<p><b>C. 1. 6</b> <b>Analizira kružno gibanje i gibanje krutog tijela.</b> <i>(IZBORNI ISHOD)</i></p>	<p>Istražuje jednoliko kružno gibanje. Opisuje centripetalnu silu i akceleraciju. Primjenjuje Newtonove zakone na kružno gibanje. Analizira kinematičke zakonitosti za translaciju i rotaciju krutog tijela. Opisuje rotaciju krutog tijela periodom, frekvencijom, kutnim pomakom, kutnom brzinom i kutnom akceleracijom.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> obodna brzina, centripetalna sila, centripetalna akceleracija,</p>	<p>Opisuje primjere jednolikoga kružnoga gibanja. Crti vektor brzine, akceleracije i centripetalne sile u proizvoljnoj točki kružne putanje. Razlikuje gibanje krutoga tijela od gibanja materijalne točke. Za svaku kinematičku veličinu translacijskog gibanja nalazi analognu veličinu rotacijskog gibanja.</p>	<p>Prepoznaje i objašnjava centripetalnu silu na primjerima. Opisuje rotaciju krutog tijela periodom, frekvencijom, kutnim pomakom, kutnom brzinom i kutnom akceleracijom.</p>	<p>Crti dijagram sila i primjenjuje II. Newtonov zakon u primjerima jednolikoga kruženja tijela. Uspoređuje kinematičke zakonitosti za translaciju i rotaciju krutog tijela.</p>	<p>Objašnjava primjene kružnog gibanja u tehnologiji. Analizira rotaciju i translaciju krutog tijela na primjerima.</p>

	period, frekvencija, kutni pomak, kutna brzina, kutna akceleracija,				
C. 1. 7 <i>Analizira titranje tijela. (IZBORNI ISHOD)</i>	Istražuje i analizira harmonijsko titranje. Istražuje pretvorbe energije pri titranju.  <b>Ključni pojmovi:</b> titranje, period, frekvencija, elongacija, amplituda, povratna sila, rezonancija, prisilno i prigušeno titranje	Opisuje jednostavne harmonijske oscilatore te određuje njihov period i frekvenciju titranja. Očitava period i amplitudu titranja iz grafičkog prikaza.	Razlikuje harmonijsko od ostalih vrsta titranja. Prepoznaje povratnu silu u različitim primjerima titranja. Opisuje vrijednosti brzine i sile te pretvorbe energije tijela koje titra.	Grafički prikazuje ovisnost elongacije titranja o vremenu. Primjenjuje zakon očuvanja energije na harmonijski oscilator.	Objašnjava primjere harmonijskih oscilatora u tehnologiji. Opisuje na primjerima prisilno i prigušeno titranje te pojavu rezonancije.
B. 1. 8 <i>Objašnjava i primjenjuje zakone mehanike fluida. (IZBORNI ISHOD)</i>	Opisuje modele fluida. Objašnjava sile u fluidima. Objašnjava ravnotežu tijela uronjenog u fluid. Primjenjuje jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu.  <b>Ključni pojmovi:</b> fluid, hidrostatski tlak, atmosferski tlak, uzgon, hidrostatski tlak, Pascalov zakon, strujnice, statički tlak, dinamički tlak	Opisuje tlak kao fizičku veličinu. Objašnjava podrijetlo hidrostatskog, atmosferskog i hidrauličkog tlaka. Objašnjava pojavu uzgona te navodi uvjete plutanja tijela. Objašnjava uzroke strujanja tekućine i crta strujnice za različite brzine strujanja fluida	Prepoznaje utjecaj hidrostatskog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo. Crtanje dijagrama sila na tijelo uronjeno u fluid. Opisuje stacionarna i turbulentna strujanja fluida. Tumači statički i dinamički tlak. Opisuje jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu.	Objašnjava Pascalov zakon. Objašnjava načelo rada i primjenu hidrauličkog uređaja. Objašnjava plutanje, lebdenje i tonjenje tijela u fluidu te opisuje odgovarajuće pojave u prirodi. Primjenjuje silu uzgona za određivanje gustoće tijela. Primjenjuje jednadžbu kontinuiteta.	Analizira i povezuje hidrostatski tlak s uzgom u tekućini. Objašnjava primjene mehanike fluida. Primjenjuje Bernoullijevu jednadžbu na primjerima iz prirode i tehnike.
B. 1. 9 <i>Analizira moment sile i uvjete ravnoteže tijela. (IZBORNI ISHOD)</i>	Analizira stabilnost tijela nepravilnog oblika ili plovila. Objašnjava princip poluge na primjerima. Objašnjava princip rada sustava kolotura.  <b>Ključni pojmovi:</b> Moment sile, poluga, kolotur,	Objašnjava na primjerima pojmove: krak sile, moment sile i os rotacije. Razlikuje težište i centar mase tijela. Navodi uvjete ravnoteže pravilnog tijela. Objašnjava princip rada nepomičnog kolotura.	Određuje težište predmeta pravilnog oblika. Objašnjava princip rada pomičnog kolotura. Objašnjava vrste ravnoteže na primjerima (stabilna, nestabilna, labilna). Analizira ravnotežu pravilnog tijela.	Objašnjava princip rada sustava kolotura. Analizira vrstu ravnoteže na primjerima. Analizira moment sile na primjerima. <i>Objašnjava pojam metacentra i uvjete stabilnosti plovila.</i>	Analizira stabilnost tijela nepravilnog oblika ili plovila. Analizira uvjete ravnoteže tijela na kosini. Objašnjava princip poluge na primjerima iz biologije.

	težiste, centar mase, <i>metacentar</i>	Objašnjava primjene kolotura i poluge u svakodnevnom životu.			
<b>ABCD. 1. 10</b> <b>Istražuje fizičke pojave:</b> a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja. b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija. c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborno).	<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><b>Prijedlog učeničkih eksperimentalnih istraživanja:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mjeri brzinu i ubrzanje tijela kod pravocrtnoga gibanja.</li> <li>Mjeri ubrzanje slobodnog pada.</li> <li>Mjeri konstantu opruge.</li> <li>Mjeri ovisnost vučne sile o visini kosine.</li> <li>Mjeri ovisnosti sile trenja o vučnoj sili.</li> <li>Mjeri ovisnosti akceleracije tijela o sili i masi.</li> <li>Istražuje zakon očuvanja energije kod gibanja na kosini.</li> <li>Istražuje zakona očuvanja energije kod djelovanja elastične sile.</li> <li>Mjeri ovisnosti predane energije o masama tijela u elastičnom sudaru.</li> <li>Mjeri gustoću tijela.</li> <li>Mjeri specifični toplinski kapacitet krutog tijela.</li> </ol>	<p>Postavlja relevantna pitanja i navodi pretpostavke. Opisuje pokus. Opisuje sigurnosne mjere. Navodi pribor i mjerne uređaje. Izvodi mjerjenja uz pomoć. Bilježi opažanja. Definira osnovne SI jedinice. Koristi Međunarodni (SI) sustav mjernih jedinica. Razlikuje osnovne i izvedene mjerne jedinice. Navodi rezultate mjerena s mernim jedinicama. Mjerne podatke prikazuje tablično. Prepoznaje grube pogreške mjerena. Interpretira značenje zapisa mjerene veličine s pogreškom. Pravilno zaokružuje izmjerene vrijednosti. Formulira zaključak. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Objašnjava svrhu eksperimenta. Objašnjava teorijsku podlogu. Skicira pokus. Samostalno sastavlja opremu. Prepozna varijable. Prepozna varijable koje je potrebno održavati stalnim. Objašnjava svoje pretpostavke. Izvodi pokus prema uputama. Mjerne podatke prikazuje grafički. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku. Kvalitativno interpretira rezultate mjerena. Objašnjava zaključke. Sastavlja jednostavno izvješće. Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Postavlja hipotezu. Samostalno izvodi eksperiment. Raspravlja o problemima u izvedbi pokusa. Raspravlja o važnosti kontrole varijabla. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja o doprinosima pogrešaka u mjerenu. Računa i tumači relativnu pogrešku. Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom. Oslanja se na podatke iz istraživanja da bi podupro svoje zaključke.</p>	<p>Navodi dodatna pitanja vezana uz eksperiment, a koja je moguće znanstveno istražiti. Planira uporabu objektivne eksperimentalne metode. Samostalno odabire pribor i postavlja eksperiment. Utvrđuje koje varijable treba mijenjati i mjeriti. Objašnjava sigurnosne mjere. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta. Predlaže poboljšanja u postupku mjerjenja. Opisuje trendove podataka i koristi ih kod zaključivanja. Uspoređuje rezultate mjerena s modelom. Povezuje podatke iz različitih izvora, Predstavlja svoje ideje, metode i otkrića koristeći znanstveni jezik i odgovarajuće prikaze. Prezentira rezultate koristeći se IKT-om. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.</p>

	<p>12. Verificira Richmannovo pravilo temperature smjese.      13. Mjeri latentne topline taljenja leda.      14. Mjeri toplinski koeficijent širenja tekućine.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>      hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjeri uredaj, račun pogreške, pogreška mjerena, kontrola varijabla, zaključak</p>				
<p><b>ABCD. 1. 11</b>  <b>Rješava fizičke probleme.</b></p> <p><b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.</p>	<p>Vizualizira situaciju u problemu.      Identificira ciljeve rješavanja problema.      Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela.      Konstruira plan rješavanja problema.      Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone.      Vrednuje realne fizikalne situacije.      Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina.      Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice.      Vrednuje postupak i rješenje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>      fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerena jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon</p>	<p>Interpretira fizičku situaciju zadalu tekstualno.      Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina.      Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka.      Prepozna zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice.      Pretvara mjerne jedinice.      Prepozna fizički model koji opisuje zadalu situaciju.      Odabire odgovarači matematički model (relaciju).      Računa i iskazuje traženu veličinu.      Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.</p>	<p>Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.      Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.      Zaključuje o međuvisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.      Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.</p>	<p>Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku općeg rješenja.      Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta.      Procjenjuje mogućnost primjene.      Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.</p>	<p>Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja.      Kritički se odnosi prema postavci zadatka.      Traži izvor poteškoča u slučaju nerealnog rezultata.      Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.</p>

**PREPORUKA:**

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

**NAPOMENE:**

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

*Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni podishodi.*

*Mjerenje* podrazumijeva postupak kojim se saznae vrijednost fizičke veličine izravnim mjeranjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. usporeduje s istovrsnom normiranoj jediničnom mjerom.

*Određivanje* podrazumijeva postupak kojim se saznae vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mijere.

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

DVOGODIŠNJE I TROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 2x2 I 3x2 (2x70 I 3x70 SATI)

Program za drugi razred sastoji se od 7 ishoda od čega je 5 obaveznih, a 2 izborna.

Izborne ishode u modelu 3x2 nastavnik bira između 2 od 6 izbornih ishoda (4 ponuđena u drugome razredu i 2 koje nije odabrao u prvom razredu).

U modelu 2x2 nastavnik odabire bilo koja 2 ishoda od preostalih 12 izbornih ishoda ponuđenih u svim razredima (1. - 3.).

Na kraju 2. razreda srednje škole učenik:

ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A. 2. 1 Analizira toplinska svojstva tvari i primjenjuje molekulsko-kinetički model.	Objašnjava Brownovo gibanje i difuziju. Opisuje četiri agregacijska stanja tvari. Objašnjava toplinsko širenje tijela i primjene. Primjenjuje molekulsko-kinetičku teoriju.  <b>Ključni pojmovi:</b> molekula, atom, molekulsko gibanje, međumolekulsko djelovanje, titranje molekula, temperatura, plazma	Opisuje molekulsko-kinetički model grade tvari. Opisuje agregacijska stanja s pomoću gibanja čestica i međumolekulskih sila. Crti modele agregacijskih stanja. Opisuje primjene volumnog širenja tijela.	Tumači Brownovo gibanje. Objašnjava toplinsko širenje tvari s pomoću čestično - kinetičkog modela. <i>Opisuje plazmu i navodi primjere.</i>	Raspravlja o načinima mjerjenja temperature i temperaturnoj ljestvici. Objašnjava pojave koje nastaju zbog toplinskog širenja tvari i primjene. Objašnjava difuziju.	Objašnjava ovisnost međumolekulske sile o udaljenosti molekula i njezin utjecaj na građu i svojstva tvari.

<p><b>B. 2. 2</b> <b>Objašnjava elektrostatičke pojave te primjenjuje koncepte i zakone elektrostatike.</b></p>	<p>Objašnjava elektriziranje vodiča i izolatora. Primjenjuje Coulombov zakon. Opisuje električno polje, električnu potencijalnu energiju i napon. Objašnjava gibanje naboja u električnom polju. Objašnjava pojave uzrokovane prirodnim elektricitetom.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> električni naboј, zakon očuvanja naboja, vodič i izolatori, električne silnice, električna sila, električna potencijalna energija, električni napon, električni kapacitet, kondenzator</p>	<p>Tumači pojmove: osnovni naboј, električki neutralno tijelo, električki nabijeno tijelo. Tumači Coulombov zakon. Opisuje pojmove električnog polja, potencijalne energije i napona. Objašnjava elektriziranja tijela trljanjem, dodirom i influencijom. Objašnjava pojam električnog kapaciteta i navodi primjere kondenzatora.</p>	<p>Primjenjuje Coulombov zakon. Primjenjuje zakon očuvanja naboja. Crtanje vektore električne sile i električnog polja oko točkastog naboja. Prikazuje silnice električnog polja za različite vrste naboja i za homogeno električno polje. Povezuje električni napon i rad električnog polja.</p> <p><i>Objašnjava razliku između električnih vodiča i izolatora na mikroskopskoj ljestvici.</i></p>	<p>Objašnjava električno privlačenje neutralnog tijela. Objašnjava prirodne pojave uzrokovane statičkim elektricitetom. Tumači energiju i polje pločastog kondenzatora.</p>	<p>Opisuje elektricitet živih bića. Objašnjava gibanje naboja u električnom polju. <i>Objašnjava koncept električnog potencijala.</i></p>
<p><b>CD. 2. 3</b> <b>Primjenjuje zakonitosti električnog strujnog kruga istosmjerne struje.</b></p>	<p>Analizira električne strujne krugove. Primjenjuje Ohmov zakon. Objašnjava nastanak električnog napona u baterijama. Objašnjava rad i snagu u električnom strujnom krugu. Objašnjava opasnosti od električne struje i mјere zaštite.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> slobodni elektroni, pokretljivi ioni, električna struja, električni otpor, električni strujni krug, otpornost, električni napon, vodič i izolator, otpornik, elektromotorni</p>	<p>Opisuje električnu struju i otpor u metalima i elektrolitima. Shematski prikazuje jednostavne električne strujne krugove. Objašnjava način spajanja ampermetera i voltmetra te važnost odabira mjernog područja. Objašnjava opasnosti te sigurnosne mјere pri rukovanju električnim uređajima.</p>	<p>Objašnjava porijeklo električnog otpora te njegovu ovisnost o geometriji vodiča i tvari od koje je načinjen. Primjenjuje Ohmov zakon na paralelni i serijski spoj otpornika u električnom strujnom krugu. Objašnjava pretvorbu energije pri prolazu električne struje kroz vodič. Uspoređuje tipične snage uredaja u svakodnevnoj primjeni.</p>	<p>Objašnjava rad i snagu električne struje. Objašnjava zaštitu od strujnog udara s pomoću uzemljenja i osigurača. Objašnjava nastanak električnog napona u baterijama.</p>	<p>Kvalitativno opisuje svojstva suprovodicića i njihovu primjenu.</p>

	napon, unutarnji otpor izvora				
B. 2. 4 <i>Analizira pojave i primjenjuje koncepte magnetizma.</i>	<p>Opisuje svojstva magneta i magnetska polja. Objašnjava magnetizam tvari. Povezuje nastanak magnetskog polja s gibanjem naboja. Analizira gibanje naboja u magnetskom polju. Opisuje primjene magneta.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> magnetsko polje, linije magnetskog polja, feromagnetizam, paramagnetizam, elektromagnet</p>	<p>Opisuje magnetsko polje jednoga i dvaju magneta i prikazuje ga linijama magnetskog polja. Crta linije magnetskog polja Zemlje. Opisuje i linijama prikazuje magnetsko polje ravnog vodiča i zavojnice. Opisuje primjere jakih i slabih magnetskih polja. Opisuje Amperovu silu na primjerima.</p>	<p>Skicira vektor magnetskoga polja u bilo kojoj točki prostora oko magneta. Objašnjava povezanost električne struje i magnetizma. Opisuje primjene magneta i elektromagneta. Opisuje Lorentzovu silu na primjerima.</p>	<p>Objašnjava Zemljin magnetizam. Objašnjava razliku između homogenog i nehomogenog magnetskog polja i prikazuje ih linijama magnetskog polja. Opisuje magnetizam tvari.</p>	<p>Opisuje primjene magnetizma tvari u informatici i tehnologiji. Tumači povezanost Amperove i Lorentzove sile. <i>Analizira gibanje električki nabijene čestice u homogenome magnetskome polju i opisuje primjere poput magnetrona ili ciklotrona.</i></p>

<p><b>CD. 2. 5</b>  <b>Objašnjava nastanak vala i njegova svojstva te valove zvuka.</b></p>	<p>Objašnjava nastanak i vrste valova.  Analizira valno gibanje.  Razlikuje odbijanje vala na čvrstom i na slobodnom kraju.  Objašnjava načelo superpozicije valova.  Opisuje ogib i interferenciju valova.  Objašnjava nastanak i rasprostiranje vala zvuka.  Objašnjava primjene ultrazvuka.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  val, longitudinalni i transverzalni val, valna duljina, brzina vala, stojni val, ogib, interferencija, valovi zvuka, brzina zvuka, razina buke, ultrazvuk, Dopplerov učinak</p>	<p>Opisuje nastanak i širenje vala u različitim sredstvima te prijenos energije.  Na primjerima razlikuje longitudinalne i transverzalne valove.  Prepoznaje odbijanje, lom, ogib i interferenciju valova na primjerima.  Navodi frekventno područje valova zvuka, opisuje njihovo nastajanje i svojstva.</p>	<p>Određuje period, elongaciju, amplitudu i valnu duljinu iz grafičkih prikaza vala.  Objašnjava ovisnost brzine vala o svojstvima sredstva.  Tumači odbijanje vala na čvrstom i na slobodnom kraju.  Opisuje primjenu ultrazvuka.</p>	<p>Objašnjava nastajanje stojnog vala.  Skicira modove stojnog vala zvuka na žici i u cijevi.  Tumači uvjete konstruktivne i destruktivne interferencije.  Na primjerima objašnjava razinu buke.  Objašnjava jednadžbu vala.  <b>Objašnjava princip oslikavanja s pomoću ultrazvuka.</b></p>	<p>Objašnjava princip mjerjenja brzine objekta s pomoću Dopplerova učinka.  Kvalitativno objašnjava različite brzine širenja zvuka u različitim sredstvima.  <b>Opisuje nastanak stojnog vala u glazbenim instrumentima te nastanak viših harmonika.</b>  <b>Objašnjava rezonanciju na primjerima glazbenih instrumenata.</b></p>
<p><b>AD. 2. 6</b>  <b>Analizira i primjenjuje plinske zakone.</b>  <b>(IZBORNKI ISHOD)</b></p>	<p>Objašnjava jednadžbu stanja idealnog plina.  Analizira plinske zakone.  Opisuje promjene stanja plina.  Objašnjava apsolutnu nulu temperature.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  idealni plin, količina tvari, izokora, izoterma, izobara, termodinamička temperatura</p>	<p>Opisuje termodinamičke veličine.  Opisuje plinske zakone.  Opisuje model idealnog plina i tumači nastanak tlaka.</p>	<p>Opisuje jednadžbu stanja plina.  Matematički i grafički opisuje promjene stanja plina.  Tumači značenje temperature s pomoću molekulsko-kinetičke teorije.</p>	<p>Objašnjava jednadžbu stanja idealnog plina.  Analizira plinske zakone s pomoću grafičkih prikaza.  Objašnjava apsolutnu nulu temperature s pomoću <math>p-t</math> ili <math>V-t</math> grafičkog prikaza.</p>	<p>Raspravlja o ograničenjima modela idealnog plina.  <b>Objašnjava ponašanje realnih plinova.</b></p>

<p><b>D. 2. 7</b>  <b>Analizira termodinamičke procese i toplinu.</b>  <i>(IZBORNI ISHOD)</i></p>	<p>Analizira termodinamičke sustave i procese.  Objašnjava na primjerima promjenu unutarnje energije toplinom i radom.  Primjenjuje I. zakon termodinamike.  Objašnjava načelo rada toplinskog stroja i analizira njegovu korisnost.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  unutarnja energija, toplina, vodenje, strujanje, zračenje, specifični toplinski kapacitet, latentna toplina, rad plina, kružni proces, adijabatski procesi</p>	<p>Opisuje termodinamičke veličine.  Opisuje koncept topline.  Opisuje unutarnju energiju tijela.  Objašnjava oblike topline (strujanje, vođenje i zračenje) na primjerima.</p>	<p>Prepoznaće termodinamičke sustave i procese u primjerima iz života.  Povezuje toplinu i rad s promjenom unutarnje energije na primjerima.  Objašnjava specifični toplinski kapacitet.  Primjenjuje I. zakon termodinamike.</p>	<p>Objašnjava graf ovisnosti temperature tijela o dovedenoj toplini za promjene stanja od krutog do plinovitog.  Objašnjava latentnu toplinu taljenja i isparavanja.  Objašnjava načelo rada toplinskog stroja i analizira njegovu korisnost.</p>	<p>Grafički prikazuje i analizira promjene termodinamičkih veličina u kružnom procesu.  Analizira gubitke energije prijelazom topline te razmatra i vrednuje ekološki prihvatljiva rješenja.</p>
<p><b>BC. 2. 8</b>  <b>Analizira i primjenjuje elektromagnetsku indukciju.</b>  <i>(IZBORNI ISHOD)</i></p>	<p>Primjenjuje Faradayev zakon.  Analizira primjene elektromagnetske indukcije.  Uspoređuje svojstva istosmjerne i izmjenične električne struje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  elektromagnetska indukcija, magnetski tok, generator, transformator, efektivna vrijednost izmjenične električne struje</p>	<p>Opisuje pojavu elektromagnetske indukcije.  Opisuje pojam magnetskog toka.  Grafički opisuje svojstva izmjenične električne struje.  Opisuje transformator i njegovu primjenu.  Opisuje doprinos Nikole Tesle razvoju tehnologije izmjenične električne struje.</p>	<p>Tumači Faradayev zakon.  Opisuje načelo rada generatora.  Tumači prednosti i nedostatke izmjenične i istosmrne električne struje.  Objašnjava efektivnu vrijednost izmjenične električne struje.</p>	<p>Objašnjava pojavu induciranih napona u vodiču koji se giba u magnetskom polju.  Objašnjava načelo rada transformatora.</p>	<p>Analizira primjene elektromagnetske indukcije (<i>npr. pri komunikaciji i prijemu RTV programa, pri procesiranju zvučnih zapisa</i>).  Primjenjuje Lenzovo pravilo na primjerima.</p>

<p><b>BC. 2. 9</b>  <b>Analizira krugove izmjenične električne struje.</b>  <i>(IZBORNKI ISHOD)</i></p>	<p>Primjenjuje Ohmov zakon za krug izmjenične električne struje.  Analizira LC krug i pojavu rezonancije.  Objašnjava primjene izmjenične električne struje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  Induktivni otpor,  kapacitivni otpor,  impedancija, rezonantna frekvencija</p>	<p>Opisuje pojavu samoindukcije.  Objašnjava nabijanje kondenzatora.  Prikazuje grafički vremensku ovisnost izmjenične električne struje i napona  Objašnjava prednosti i mane prijenosa električne energije pomoću izmjenične električne struje.</p>	<p>Objašnjava induktivni i kapacitivni otpor te impedanciju.  Analizira električni strujni krug za slučaj serijskoga spoja otpornika i kondenzatora.  Analizira električni strujni krug za slučaj serijskoga spoja otpornika i zavojnice.</p>	<p>Analizira električni strujni krug za slučaj serijskoga spoja otpornika, kondenzatora i zavojnice.  Analizira impedanciju i primjenjuje Ohmov zakon za krug izmjenične električne struje.  Analizira padove napona u krugu izmjenične električne struje. Objasnjava pomake u fazi električne struje i napona.  Objasnjava snagu izmjenične električne struje.</p>	<p>Analizira frekventnu ovisnost induktivnog i kapacitivnog otpora.  Analizira LC krug i pojavu rezonancije.  Objasnjava primjene izmjenične električne struje.</p>
<p><b>ABCD. 2. 10</b>  <b>Istražuje fizičke pojave:</b></p> <p>a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja.  b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija.  c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).</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><b>Prijedlog učeničkih eksperimentalnih istraživanja:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mjeri elektrostatičku energiju nabijenog kondenzatora.</li> <li>Mjeri unutarnji otpora izvora električne struje.</li> <li>Mjeri Avogadrov broj i Faradayevu konstantu.</li> <li>Mjeri otpornost vodiča.</li> <li>Mjeri ovisnost Jouleove topline o električnoj struci.</li> <li>Mjeri <math>U-I</math> svojstva otpornika i žaruljice.</li> </ol>	<p>Objašnjava svrhu eksperimenta i navodi pretpostavke.  Opisuje i skicira pokus.  Objašnjava sigurnosne mjere.  Opisuje pribor i mjerne uređaje.  Opisuje varijable.  Izvodi pokus prema uputi.  Bilježi opažanja.  Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički.  Kvalitativno interpretira rezultate mjerena.  Navodi moguće grube pogreške mjerena.  Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku.  Formulira zaključak.  Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Postavlja hipotezu.  Objašnjava svoje pretpostavke.  Opisuje varijable koje je potrebno održavati stalnim a koje mijenjati.  Izvodi mjerena prema uputama.  Prepoznaje grube pogreške mjerena.  Raspisiva o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenu.  Računa i tumači relativnu pogrešku.  Interpretira rezultate mjerena.  Oslanja se na dokaze da bi poduprije svoje zaključke.  Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje.  Sastavlja izvješće.</p>	<p>Objašnjava uporabu objektivne eksperimentalne metode.  Samostalno izvodi eksperiment.  Procjenjuje pogrešku mernog instrumenta i pogrešku mjerena.  Objašnjava teorijsku podlogu.  Analizira te prikazuje pravilnosti i trendove podataka i koristi ih za donošenje zaključaka.  Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku.  Raspisiva pojавu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Postavlja istraživačka pitanja za probleme koje je moguće znanstveno istražiti.  Koristi se dodatnom literaturom.  Odabire opremu koja poboljšava objektivnost i točnost mjerena.  Razmatra sigurnost i etičnost odabrane eksperimentalne metode.  Identificira varijable koje je potrebno kontrolirati, mijenjati i mjeriti.  Predlaže poboljšanja u metodi mjerena i mernim instrumentima.  Predlaže poboljšanja u postupku mjerena.  Računa pogreške mjerena izvedenih veličina.</p>

	<p>7.Mjeri ovisnost magnetske sile o udaljenosti. 8.Mjeri ovisnost magnetskog polja o električnoj struji. 9.Mjeri ovisnosti napona inducirano u zavojnici o broju namotaja. 10.Mjeri ovisnost perioda njihala o duljini i masi. 11.Mjeri masu inercijskom vagom ili oprugom. 12.Mjeri brzinu zvuka metodom odjeka. 13.Mjeri ovisnost valne duljine zvučnih valova o frekvenciji. 14.Istražuje učinak Faradayeva kaveza.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjeri uredaj, račun pogreške, pogreška mjerjenja, kontrola varijabla, zaključak</p>		<p>Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>		<p>Koristi odgovarajući jezik i prikaze za predstavljanje znanstvenih ideja, metoda i rezultata.</p>
<p><b>ABCD. 2. 11</b> <b>Rješava fizičke probleme.</b></p> <p><b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.</p>	<p>Vizualizira situaciju u problemu. Identificira ciljeve rješavanja problema. Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela. Konstruira plan rješavanja problema. Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone. Vrednuje realne fizikalne situacije.</p>	<p>Interpretira fizičku situaciju zadani tekstualno. Interpretira i primjenjuje tablične i slikovne prikaze fizičkih veličina. Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka. Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice. Pretvara mjerne jedinice. Prepoznaje fizički model koji opisuje zadani situaciju. Odabire odgovarajući matematički model (relaciju).</p>	<p>Interpretira i primjenjuje grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina. Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina. Zaključuje o međuvisnosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.</p>	<p>Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku općeg rješenja. Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta. Procjenjuje mogućnost primjene. Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.</p>	<p>Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja. Kritički se odnosi prema postavci zadatka. Traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata. Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.</p>

	<p>Interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rješenje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerne jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon</p>	<p>Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.</p>			
<p><b>PREPORUKA:</b> Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka niske i srednje složenosti koji su opisani u poglavljju Učenje i poučavanje. Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo iznimno, kao poticaj darovitim učenicima.</p>					
<p><b>NAPOMENE:</b> Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan. <i>Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni podishodi.</i> <i>Mjerenje</i> podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranim jediničnom mjerom. <i>Određivanje</i> podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mjeri.</p> <p>Domene: A - Struktura tvari, B - Medudjelovanje, C - Gibanje, D - Energija</p>					

DVOGODIŠNJE I TROGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 2X2 I 3X2 (2x70 I 3x70 SATI)

Program za treći razred sastoji se od 7 ishoda od čega su 2 obavezna, a 5 je izbornih.

U modelu 3x2 nastavnik odabire 5 od 8 izbornih ishoda (4 izborna ishoda iz trećeg razreda i 4 preostala izborna ishoda iz prvog i drugog razreda)

Svih 6 ponuđenih ishoda iz trećeg razreda su izborni ishodi za model 2x2.

Na kraju 3. razreda srednje škole učenik:

ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
<b>AD. 3. 1</b> <b>Objašnjava modele atoma i energetske spektre.</b> <b>(OBVEZNO ZA MODEL 3X2, A IZBORNO za 2x2,</b>	Usپoređuje modele atoma. Objašnjava emisijske i apsorpcijske spektre. Objašnjava laser i navodi primjene.  <b>Ključni pojmovi:</b> kontinuirani i linijski spektar, energijska razina, kvantni skok, osnovno i pobuđeno stanje, kvantni brojevi, stimulirana emisija fotona	Opisuje linijski i kontinuirani spektar te ih povezuje s izvorima svjetlosti. Opisuje Bohrov model atoma. Povezuje emisijske i apsorpcijske spektre s elektronskim prijelazima u atomu.	Objašnjava emisijski i apsorpcijski spektar atoma. Usپoređuje energetske spektre različitih atoma. Opisuje kvantnomehanički model atoma te objašnjava nedostatke Bohrova modela.	Objašnjava princip rada lasera te navodi primjene. Opisuje primjene spektralne analize za određivanje sastava tvari.	Objašnjava raspršenje svjetlosti u Zemljinoj atmosferi (plavo i crveno nebo te bijelo mlijeko).

<p><b>D. 3.2</b>  <b>Objašnjava nastanak, svojstva i primjene elektromagnetskih valova.</b> (<i>OBVEZNO ZA MODEL 3X2, A IZBORNO za 2x2</i>),</p>	<p>Opisuje izvore elektromagnetskog zračenja. Objasjava vrste elektromagnetskog zračenja i primjene. Objasjava utjecaj elektromagnetskog zračenja na Zemlju i živi svijet.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> elektromagnetski val, elektromagnetski spektar, apsorpcija, transmisija, emisija, efekt staklenika</p>	<p>Opisuje model elektromagnetskog vala. Uspoređuje brzinu širenja elektromagnetskog vala u različitim sredstvima. Navodi vrste elektromagnetskih valova štetnih i korisnih za ljudе. Opisuje učinak staklenika i globalno zagrijavanje.</p>	<p>Objašnjava razlike i sličnosti elektromagnetskih i mehaničkih valova. Opisuje svojstva različitih vrsta elektromagnetskih valova te njihov utjecaj na živi svijet.</p>	<p>Opisuje svojstva (valnu duljinu i frekvenciju) te primjenu različitih vrsta elektromagnetskih valova. Primjenjuje koncepte odbijanja, apsorpcije i transmisiјe elektromagnetskog vala.</p>	<p>Opisuje primjene elektromagnetskih valova. <i>Povezuje valnu duljinu s veličinom objekta koji se istražuje (radar, svjetlosni mikroskop, XRD).</i></p>
<p><b>C. 3.3</b>  <b>Objašnjava i primjenjuje zakone geometrijske optike.</b> (<i>IZBORNKI ISHOD</i>)</p>	<p>Objasjava širenje i odbijanje svjetlosti. Analizira lom i potpuno odbijanje svjetlosti. Analizira nastanak slike u zrcalima i lećama. Objasjava oko i optičke uređaje. Analizira optičke pojave.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> ravno zrcalo, indeks loma, potpuno odbijanje svjetlosti, svjetlovod, prizma, <i>sabirne i rastresne</i> leće, povećalo</p>	<p>Opisuje zakone geometrijske optike. Opisuje odbijanje paralelnog snopa svjetlosti od neuglačane i od uglačane površine. Konstruira i opisuje slike predmeta koje stvaraju ravna zrcala i leće te navodi njihovu primjenu u svakodnevici.</p>	<p>Objašnjava nastanak slike u oku te kvalitativno objasjava dalekovidnost, kratkovidnost i načine korekcije vida. Kvalitativno opisuje princip rada optičkih uređaja (npr. povećala, naočala, mikroskopa, teleskopa). Povezuje brzinu širenja svjetlosti i indeks loma tvari.</p>	<p>Matematički i grafički opisuje lom i potpuno odbijanje zrake svjetlosti na granici dvaju optičkih sredstava te objasjava primjene (npr. prizma, svjetlovod, fatamorgana).</p>	<p>Povezuje žarišnu daljinu i jakost leće s njezinim oblikom i materijalom od kojeg je izrađena. Analizira optičke pojave (npr. <i>camera obscura</i>, periskop, optičke varke) koristeći se različitim izvorima znanja.</p>

<p><b>A. 3. 4</b>  <b>Analizira valnu prirodu svjetlosti.</b>  <b>(IZBORNI ISHOD)</b></p>	<p>Opisuje valnu prirodu svjetlosti.  Objašnjava ogib i interferenciju svjetlosti.  Opisuje raspršenje i polarizaciju svjetlosti.  Objašnjava nastanak spektra.  Opisuje primjene valnih svojstava svjetlosti.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  Hygensov princip, nekoherentna i koherentna svjetlost, fazni pomak, Youngov pokus, raspršenje svjetlosti, optička rešetka</p>	<p>Opisuje pojave koje idu u prilog valnoj prirodi svjetlosti.  S pomoću Hygensova principa opisuje pojavu ogiba svjetlosti na oštrom rubu i na pukotini.  Opisuje princip superpozicije dvaju svjetlosnih valova te pojavu interferencije.</p>	<p>Objašnjava odnose brzine, valne duljine i frekvencije svjetlosti pri prijelazu iz jednog sredstva u drugo.  Objašnjava Youngov pokus.  Opisuje pojavu polarizacije svjetlosti u prirodi i primjene u tehnologiji.</p>	<p>Objašnjava nastanak spektra s pomoću optičke rešetke.  Objašnjava nastanak duge i raspršenje svjetlosti u Zemljinoj atmosferi.  Raspisuje primjene polarizirane svjetlosti.</p>	<p>Primjenjuje zakone valne optike u mjerenu duljine.  Opisuje osnovna načela i primjene holografije.</p>
<p><b>AC. 3. 5</b>  <b>Analizira svojstva vodiča, poluvodiča i izolatora.</b>  <b>(IZBORNI ISHOD)</b></p>	<p>Objašnjava razlike između vodiča poluvodiča i izolatora.  Objašnjava temperaturnu ovisnost otpora metala i poluvodiča.  Tumači načela rada poluvodičke diode i tranzistora.  Opisuje svojstvo supravodljivosti.  Opisuje primjene vodiča, poluvodiča i izolatora.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  intrinski poluvodič, primjesni poluvodič, šupljina, P-N spoj, dioda, tranzistor, supravodič,</p>	<p>Povezuje strukturu kristala sa njegovim elektronskim svojstvima.  Objašnjava pojmove slobodnih elektrona i šupljina.  Razlikuje intrinski i primjesni poluvodič.  Tumači načelo rada poluvodičke diode.  Objašnjava primjene poluvodiča.  Opisuje svojstvo supravodljivosti.</p>	<p>Objašnjava pobuđivanje slobodnog elektrona i šupljine u poluvodiču.  Objašnjava razlike između vodiča poluvodiča i izolatora.  Objašnjava rekombinaciju elektrona i šupljine.  Razlikuje N-tip i P-tip poluvodiča.  Objašnjava fizička svojstva P-N spoja.</p>	<p>Objašnjava temperaturnu ovisnost otpora metala i poluvodiča.  Tumači načelo rada tranzistora.  Opisuje primjene supravodiča.</p>	<p>Analizira načelo rada svjetleće diode.  Analizira načelo rada fotodiode.  Objašnjava utjecaj poluvodičke industrije na razvoj čovječanstva.</p>

<p><b>A. 3. 6</b>  <b>Primjenjuje osnovne ideje i pojmove nuklearne fizike. (IZBORNI ISHOD)</b></p>	<p>Opisuje građu atomskih jezgra.  Objašnjava koncepet defekta mase na primjerima.  Objašnjava radioaktivno zračenje.  Objašnjava nuklearne reakcije.  Raspisuje o primjenama fisije i fuzije.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b>  nukleoni, atomski broj, maseni broj, izotop, jaka sila, slaba sila, zakon očuvanja broja nukleona, energija vezanja, nuklearna energija, nuklearni reaktori, fuzija, fisija</p>	<p>Opisuje osnovne sile u prirodi.  Opisuje građu atomske jezgre i njegove sastavne dijelove.  Kvalitativno opisuje fisiju i fuziju.  Opisuje prednosti i nedostatke dobivanja energije u nuklearnim elektranama.  Opisuje utjecaj radioaktivnog zračenja na čovjeka.</p>	<p>Objašnjava koncepet defekta mase na primjerima.  Objašnjava načela dobivanja energije iz nuklearnih reakcija (fisija i fuzija) i navodi uvjete u kojima se odvijaju te reakcije.  Objašnjava ionizirajuće zračenje.</p>	<p>Primjenjuje zakon očuvanja broja nukleona i zakon očuvanja naboja u nuklearnim reakcijama.  Tumači zakon radioaktivnog raspada na primjerima.</p>	<p>Kritički interpretira znanstvene informacije o utjecaju otpadne topline na okoliš.  Raspisuje o primjenama fisije i fuzije.</p>
<p><b>ABCD. 3. 7</b>  Istražuje fizičke pojave:  a) izvodeći (samostalno, u paru ili u manjoj skupini) tijekom učenja i poučavanja najmanje pet eksperimentalnih istraživanja  b) sudjelujući tijekom učenja i poučavanja u istraživanjima s pomoću demonstracijskih pokusa i računalnih simulacija  c) izvodeći (samostalno, u paru ili u timu) izvan nastave jedan učenički projekt (izborni).</p>	<p>Istražuje prirodne pojave.  Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus.  Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa.  Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije</p> <p><b>Prijedlog učeničkih eksperimentalnih istraživanja:</b>  1. Istražuje izotermnu ovisnost tlaka plina o obujmu.  2. Mjeri nulu absolutne temperature.  3. Mjeri brzinu svjetlosti s pomoću mikrovalne pećnice.  4. Mjeri žarišnu duljinu i povećanje leće.  5. Mjeri indeks loma.</p>	<p>Postavlja hipotezu.  Objašnjava svoje pretpostavke.  Opisuje i objašnjava pribor i mjerne uređaje.  Skicira i objašnjava pokus.  Izvodi pokus prema uputama.  Kontrolira varijable tijekom eksperimenta.  Mjeri potrebne fizičke veličine.  Mjerne podatke prikazuje tablično i grafički.  Interpretira rezultate mjerena.  Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku.  Oblikuje zaključak koji odgovara na istraživačko pitanje..  Donosi zaključke.</p>	<p>Odabire pribor i postavlja eksperiment.  Samostalno izvodi eksperiment.  Objašnjava koje je varijable potrebno održavati stalnim a koje mijenjati  Objašnjava funkcionalnu ovisnost varijabla.  Raspisuje o doprinosima različitih pogrešaka u mjerenu.  Procjenjuje pogrešku mernog instrumenta.  Uočava funkcionalnu ovisnost varijabla.  Objašnjava zaključke.  Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Razmatra etičnost i sigurnost eksperimenta.  Objašnjava kako se modifikacijom metode može poboljšati kvaliteta mernih podataka.  Objašnjava teorijsku podlogu.  Koristi se dodatnom literaturom.  Raspisuje o važnosti kontrole varijabla.  Provodi račun pogreške.  Objašnjava doprinose pogreškama u mjerenu.  Uspoređuje rezultate mjerena s modelom.  Objašnjava zaključke.  Analizira odnose između varijabli. Analizira te prikazuje pravilnosti i trendove podataka</p>	<p>Predlaže način testiranja hipoteze.  Oblikuje i provodi eksperiment.  Dizajnira metode koje uključuju kontrolu i precizno mjerjenje varijabli te sustavno prikupljanje podataka.  Otkriva nedosljednosti u rezultatima.  Analizira metodu i kvalitetu mernih podataka  Prepoznaje i analizira alternativna objašnjenja i modele.  Objašnjava aktivnosti za poboljšanje kvalitete dokaza.  Koristi odgovarajući jezik i prikaze za izvještavanje i</p>

	<p>6.Mjeri konstantu optičke rešetke.</p> <p>7.Mjeri širinu pukotine na temelju difrakcijske slike.</p> <p>9.Mjeri valne duljine spektralnih linija alkalijskih soli.</p> <p>10. Mjeri građu atoma i atomskih prijelaza simulacijom.</p> <p>11. Mjeri temperature užarenih tijela s pomoću pirometra.</p> <p>12.Mjeri Boltzmannovu konstantu s pomoću diode.</p> <p>13.Mjeri Planckovu konstantu s pomoću aktivacijske energije svjetlećih dioda.</p> <p>14. Mjeri vrijeme poluraspada radioaktivnog elementa simulacijom.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> hipoteza, teorijski model, eksperiment, mjerni uredaj, račun pogreške,pogreška mjerena,kontrola varijabla, zaključak</p>	Sastavlja izvješće. Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu pokusom ili računalnom simulacijom.		i koristi ih za donošenje zaključaka. Ovisnost varijabla izražava u matematičkom obliku. Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanoj pokusom ili računalnom simulacijom.	raspravu o svojim idejama i tvrdnjama. Prezentira rezultate s pomoću IKT-a. Razmjenjuje informacije. Izabire i izvodi drugi demonstracijski pokus ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže.
ABCD. 3. 8 <b>Rješava fizičke probleme.</b>  <b>Napomena:</b> Razine usvojenosti su okvirne i nije ih nužno ostvarivati pri svakom ishodu.	<p>Vizualizira situaciju u problemu.</p> <p>Identificira ciljeve rješavanja problema.</p> <p>Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizikalna načela.</p> <p>Konstruira plan rješavanja problema.</p> <p>Idealizira, aproksimira i vrednuje realne fizikalne situacije.</p>	<p>Interpretira i primjenjuje tablične, slikovne, grafičke i dijagramske prikaze fizičkih veličina.</p> <p>Razlikuje potrebne od nepotrebnih podataka.</p> <p>Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice.</p> <p>Pretvara mjerne jedinice.</p> <p>Opisuje zadanu situaciju fizičkim modelom.</p>	<p>Eksplicitno izražava nepoznatu veličinu preko poznatih veličina.</p> <p>Zaključuje o međuviznosti fizičkih veličina na temelju matematičkog modela.</p> <p>Rješava probleme u kojima određuje nepoznatu fizičku veličinu u obliku simboličkog (općeg) rješenja.</p> <p>Kvalitativno zaključuje povezujući koncepte vezane uz sadržaje na dobroj razini.</p>	<p>Vrednuje rezultat, pri čemu procjenjuje njegovu smislenost u kontekstu realnog svijeta.</p> <p>Kritički se odnosi prema postavci zadatka.</p> <p>Procjenjuje mogućnost primjene te traži izvor poteškoća u slučaju nerealnog rezultata.</p> <p>Kvalitativno zaključuje povezujući veći broj koncepcata i/ili zahtjevnije koncepte, vezane uz sadržaje na vrlo dobroj razini.</p>	<p>Kreativno rješava zadatke u nepoznatom kontekstu i daje obrazloženja.</p> <p>Povezuje veći broj zakonitosti, pravila i relacija.</p> <p>Procjenjuje vrijednosti nepoznatih fizičkih veličina.</p> <p>Predlaže vlastite probleme.</p>

	<p>Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rješenje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fizička veličina, vrijednost fizičke veličine, mjerne jedinica, poznata i nepoznata veličina, procjena, vrednovanje rješenja, fizički koncept, zakon</p>	<p>Primjenjuje odgovarajući matematički model (relaciju). Računa i iskazuje traženu veličinu. Kvalitativno zaključuje primjenjujući koncepte vezane uz sadržaje na zadovoljavajućoj razini.</p>		
<p><b>PREPORUKA:</b> Ishod rješavanja problema ostvaruje se na sadržajima svih ostalih ishoda kroz rješavanje zadataka niske i srednje složenosti koji su opisani u poglavljju Učenje i poučavanje. Zadatke veće složenosti treba primjenjivati samo iznimno, kao poticaj darovitim učenicima.</p> <p><b>NAPOMENE:</b> Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan. <i>Plavom bojom u kurzivu navedeni su izborni podishodi.</i> <i>Mjerenje</i> podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine izravnim mjerenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranim jediničnom mjerom. <i>Određivanje</i> podrazumijeva postupak kojim se sazna vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mijere.</p> <p>Domene: A - Struktura tvari, B - Međudjelovanje, C - Gibanje, D - Energija</p>				

JEDNOGODIŠNJE UČENJE FIZIKE, MODEL 1X2 (1x70 SATI)

ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINA USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C. 1. 1 <b>Analizira pravocrtna gibanja.</b>	<p>Opisuje i grafički prikazuje jednoliko pravocrtno gibanje. Opisuje i grafički prikazuje jednoliko akcelerirano gibanje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> vremenski interval i trenutak, položaj, put, putanja, referentni sustav, vektor, skalar, brzina, akceleracija</p> <p><b>Preporučena eksperimentalna mjerena:</b> Mjerenjem prevaljenoga puta i vremena računa prosječne</p>	<p>Opisuje osnovne kinematičke fizičke veličine. Iz izraza za srednju brzinu računa nepoznatu veličinu. Pretvara km/h u m/s i obratno. Razlikuje vektorske i skalarne veličine.</p>	<p>Popunjava <math>s-t</math> tablicu jednolikoga pravocrtnoga gibanja s poznatim prevaljenim putem u nekom trenutku te iz nje računa brzinu. Crtanje <math>s-t</math> i <math>v-t</math> grafički prikaz jednolikoga pravocrtnoga gibanja. <i>Iz izraza za srednju akceleraciju računa nepoznatu veličinu.</i></p>	<p>Iz grafičkih prikaza pravocrtnih gibanja prepoznaže vrstu gibanja i očitava vrijednosti iz grafa. Crtanje <math>v-t</math> i <math>a-t</math> grafički prikaz jednolikoga ubrzanog i jednolikog usporenoga gibanja. <i>Objašnjava relativnost brzine na primjerima gibanja auta, vlaka, broda itd.</i></p>	<p>Iz <math>v-t</math> grafičkog prikaza jednolikoga ubrzanog i jednolikog usporenoga gibanja računa prevaljeni put i akceleraciju. <i>Računa prevaljeni put, vrijeme, brzinu i akceleraciju kod jednoliko pravocrtnog i jednoliko ubrzanog pravocrtnog gibanja.</i></p>

	brzine (npr. kolica, loptice, učenika).				
B. 1. 2 <b>Primjenjuje Newtonove zakone.</b>	Primjenjuje Newtonove zakone. Opisuje međudjelovanje tijela i vrste sila.  <b>Ključni pojmovi:</b> masa, tromost, sila teža, slobodni pad, elastična sila, sila podloge i sila trenja, zbrajanje sila, količina gibanja, impuls sile  <b>Preporučena eksperimentalna mjerena:</b> Mjeri silu težu koja djeluje na tijelo s pomoću dinamometra. Mjeri konstantu elastičnosti opruge.	Opisuje značenje Newtonovih zakona uz učiteljevu pomoć. Vektorski zbraja sile koje djeluju u istom pravcu. Računa akceleraciju tijela primjenjujući II. Newtonov zakon. Navodi vrijednost ubrzanja slobodnog pada i objašnjava značenje te vrijednosti.	Računa silu težu i silu podloge. Računa količinu gibanja tijela različitih masa i brzina te uspoređuje dobivene rezultate. Povezuje elastičnu silu s produljenjem opruge. <i>S pomoću crteža vektorski zbraja dvije sile koje međusobno djeluju pod nekim kutom.</i>	Na primjerima iz svakodnevnog života objašnjava pojam tromosti. Povezuje impuls sile s promjenom količine gibanja u primjerima iz svakodnevnog života (npr. sporta). Razlikuje dinamičku i statičku silu trenja. Rješava problemske zadatke povezane s I. i III. Newtonovim zakonom koristeći se literaturom.	Objašnjava nastanak sile trenja, elastične sile i sile teže i prikazuje ih vektorski. Rješava numeričke zadatke koji sadrže jednostavnije problemske situacije i komentira rješenje te rješava problemske zadatke povezane s Newtonovim zakonima, gibanjima tijela, silom trenja, elastičnom silom i količinom gibanja.
D. 1. 3 <b>Objašnjava pretvorbe energije i primjenjuje zakon očuvanja energije.</b>	Objašnjava rad kao način prijenosa energije. Primjenjuje zakon očuvanja energije. Opisuje značenje obnovljivih izvora energije.  <b>Ključni pojmovi:</b> energija, kinetička energija, elastična potencijalna energija, gravitacijska potencijalna energija, rad, snaga  <b>Preporučena eksperimentalna mjerena:</b> Iz mjerena visine odskoka loptice ispuštene s neke visine računa koliko se mehaničke energije pretvorilo u druge oblike energije (npr. toplinsku).	Nabraja vrste energije. Tumači izraz za rad, kinetičku i gravitacijsku potencijalnu energiju. U problemskim zadacima prepoznaje pretvorbe energije. Navodi jedinice za rad, energiju i snagu.	Opisuje zakon očuvanja mehaničke energije na primjerima. Opisuje prijenos i podrijetlo energije kod čovjeka kada obavlja rad. Izriče definiciju snage. Navodi primjere povezane sa snagom iz svakodnevnog života (npr. snaga motora, auta, čovjeka). Objašnjava što su obnovljivi izvori energije i navodi neke primjere.	Rješava problemske zadatke povezane s radom, kinetičkom energijom, gravitacijskom i elastičnom potencijalnom energijom, snagom i zakonom očuvanja energije bez većih problemskih situacija koristeći se literaturom. Razlikuje obnovljive i neobnovljive izvore energije i navodi njihove prednosti i nedostatke.  <i>Izvodi izraz za gravitacijsku potencijalnu energiju preko rada potrebnog da se tijelo podigne na neku visinu.</i>	Rješava numeričke zadatke povezane s radom, kinetičkom energijom, gravitacijskom i elastičnom potencijalnom energijom, snagom i zakonom očuvanja energije bez većih problemskih situacija koristeći se literaturom.

<b>Izborni dio (obvezno se izabiru tri ishoda od ponuđenih)</b>					
C. 1. 4 <b>Analizira kružno gibanje i titranje.</b>	<p>Analizira jednoliko kružno gibanje. Opisuje titranje. Primjenjuje period i frekvenciju titranja matematičkog njihala i tijela na opruzi.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> obodna brzina, centripetalna sila, centripetalna akceleracija, centrifugalna sila, opruga, matematičko njihalo, titranje, period, frekvencija, elongacija, amplituda, ravnotežni položaj, povratna sila, rezonancija, prigušenje</p> <p><b>Preporučena eksperimentalna mjerena:</b> Mjerenjem uspoređuje polumjer vrtnje, period vrtnje, masu tijela koje se vrti i centripetalnu silu koja djeluje na tijelo koje se vrti na uzici. Mjeri ovisnost perioda titranja matematičkog njihala o duljini njihala i masi.</p>	<p>Crta vektor brzine, akceleracije centripetalne sile u proizvoljnoj točki kružne putanje. Navodi primjere kružnih gibanja i sile koje imaju ulogu centripetalne sile. Računa period i frekvenciju. S pomoću crteža tijela koje titra na opruzi objašnjava amplitudu i elongaciju.</p>	<p>Izvodi zaključak o gibanju tijela kada sila djeluje okomito na smjer gibanja tijela. Objašnjava na što djeluje centrifugalna sila i koji ima smjer.</p> <p><i>Rješava problemske zadatke povezane s kružnim gibanjem, titranjem tijela na opruzi i njihalima koristeći se literaturom.</i></p>	<p>Računa obodnu brzinu vrtnje, centripetalnu akceleraciju i centripetalnu силу. Iznosi primjere centrifugalne sile i opisuje ih. Opisuje prisilno titranje i pojavu rezonancije i navodi primjere.</p>	<p>Opisuje promjenu energije kod titranja tijela na opruzi. Objašnjava povratnu silu matematičkog njihala. Objašnjava prigušeno titranje preko gubitka energije.</p>
C. 1. 5 <b>Objašnjava valno gibanje.</b>	<p>Opisuje nastanak i vrste valova. Tumači valno gibanje. Opisuje stojni val zvuka u glazbenim instrumentima. Opisuje elektromagnetski val.</p>	<p>Opisuje valno gibanje i prijenos energije valom u primjerima. Crta transverzalni val te označuje amplitudu i valnu duljinu. Crta stojni val. Opisuje kako nastaje zvuk.</p>	<p>Objašnjava širenje longitudinalnog vala. Povezuje visinu tona s frekvencijom. Opisuje izgled elektromagnetskog vala. Navodi kako smo podijelili spektar elektromagnetskih</p>	<p>Računa valne duljine zvuka u zraku za neke poznate frekvencije. Opisuje stojni val. Na primjerima objašnjava razinu buke.</p>	<p>Objašnjava o kojim veličinama ovisi visina nekog tona na žičanim instrumentima. Raspovlaži o brzini svjetlosti u nekom sredstvu.</p>

	<p><b>Ključni pojmovi:</b> val, longitudinalni i transverzalni val, valna duljina, brzina vala, stojni val, valovi zvuka, brzina zvuka, elektromagnetski val</p>	<p>Navodi svjetlost kao elektromagnetski val male valne duljine. Nabrja boje u spektru svjetlosti.</p>	<p>valova i razlikuje dijelove po valnim duljinama. Navodi brzinu svjetlosti u vakuumu.</p>	<p>Opisuje neka svojstva pojedinih vrsta elektromagnetskih valova.</p>	
<p><b>AD. 1. 6</b> <b>Objašnjava toplinska svojstva tvari.</b></p>	<p>Opisuje strukturu tvari. Tumači četiri agregacijska stanja i međumolekulsko djelovanje. Objašnjava toplinsko širenje čvrstih tijela. Objašnjava promjenu unutarnje energije izmjenom topline i radom.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> molekula, atom, molekulsko gibanje, titranje molekula, temperatura, termometar, unutarnja energija, toplina, specifični toplinski kapacitet, toplinski stroj</p> <p><b>Preporučena eksperimentalna mjerena:</b> Mjeri promjene temperature miješanjem tople i hladne vode.</p>	<p>Povezuje gibanje čestica u nekoj tvari i temperaturu. Pretvara temperaturu u °C u K i obratno. Objašnjava unutarnju energiju. Izriče definiciju topline. <i>Opisuje agregacijska stanja s pomoću gibanja čestica.</i> <i>Objašnjava toplinsko širenje krutih tijela i tekućina.</i></p>	<p>Objašnjava pojam apsolutne nule. Rješava problemske zadatke povezane s molekulskim gibanjem, unutrašnjom energijom i toplinom. Navodi neke toplinske strojeve i objašnjava pretvorbu energije u njima.</p>	<p>Koristeći se literaturom objašnjava izraz za linearno širenje tvari, komentira značenje koeficijenta linearног širenja tvari i logički zaključuje koliko će se produljiti neka šipka. Shematski crta toplinski stroj i objašnjava načelo njegova rada. <i>Rješava numeričke zadatke povezane s toplinom i promjenom temperature za različite tvari.</i></p>	<p>Objašnjava korisnost toplinskih strojeva. Analizira gubitak energije prijelazom topline te razmatra ekološka rješenja.</p>
<p><b>B. 1. 7</b> <b>Primjenjuje zakone mehanike fluida.</b></p>	<p>Opisuje pojam fluida. Objašnjava sile u fluidima. Opisuje ravnotežu tijela uronjenog u fluid.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> fluid, tlak stupca fluida, Pascalov zakon, hidrostatski tlak, atmosferski tlak, hidraulički tlak, uzgon, Arhimedov zakon</p>	<p>Opisuje tlak i preračunava mjerne jedinice za tlak.</p>	<p>Objašnjava nastanak hidrostatskog i atmosferskog tlaka. Uočava utjecaj hidrostatskog i atmosferskog tlaka na ljudsko tijelo. Računa hidrostatski tlak i uzgon uvrštavanjem u formulu. <i>Rješava problemske zadatke povezane s tlakom, hidrostatskim i</i></p>	<p>Objašnjava primjenu hidrauličkog uređaja. Objašnjava plutanje, lebdenje i tonjenje tijela u fluidu preko problemskih zadataka.</p>	<p>Izvodi izraz za hidrostatski tlak. Objašnjava Arhimedov zakon.</p>

	<p><b>Preporučena eksperimentalna mjerena:</b> Mjerenje sile uzgona na različita tijela</p>		<p><i>atmosferskim tlakom te uzgonom.</i></p>		
<p><b>CD. 1. 8</b> <b>Primjenjuje zakonitosti u električnom strujnom krugu.</b></p>	<p>Objašnjava značajke istosmjerne i izmjenične električne struje. Primjenjuje Ohmov zakon. Primjenjuje zakonitosti u električnom strujnom krugu prilikom spajanja otpornika. Primjenjuje zakon očuvanja energije u električnom strujnom krugu. Objašnjava pojam električne snage. Objašnjava opasnosti od električne struje.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> električna struja, električni otpor, vodič i izolator, otpornik, serijsko i paralelno spajanje otpornika</p> <p><b>Preporučena eksperimentalna mjerena:</b> Mjeri električni napon i struju u električnom strujnom krugu s jednim trošilom i izvorom. Istražuje sjaj žaruljica u serijskom i paralelnom spoju.</p>	<p>Opisuje istosmjernu električnu struju u metalima. Crta električni strujni krug s jednim trošilom i izvorom. Opisuje pretvorbe energija u električnom strujnom krugu. Opisuje kako se gibaju slobodni elektroni kod izmjenične električne struje te navodi vrijednost napona i frekvenciju gradske mreže.</p>	<p>Objašnjava nastanak električnog otpora. Uspoređuje tipične snage uređaja u svakodnevnoj primjeni. Objašnjava značajke serijskog i paralelnog spoja otpornika u električnom strujnom krugu s jednim izvorom napona. Rješava problemske zadatke s električnim strujnim krugom s jednim trošilom i spajanjem ampermetsra i voltmetsra u električni strujni krug s istosmjernim izvorom električne struje.</p> <p><i>Objašnjava opasnosti pri rukovanju s električnom strujom uz navođenje vrijednosti električnog napona i struje.</i></p>	<p>Rješava jednostavne numeričke i problemske zadatke povezane s paralelnim i serijskim spojem otpornika. Objašnjava zaštitu od strujnog udara s pomoću uzemljenja i osigurača. Uspoređuje vodljivost različitih materijala.</p>	<p>Objašnjava podrijetlo napona u baterijama. Objašnjava o kojim veličinama ovisi otpor nekog vodiča.</p>
<p><b>B. 1. 9</b> <b>Opisuje i primjenjuje pojavu magnetizma.</b></p>	<p>Opisuje svojstva i primjenu magneta. Opisuje magnetsko polje. Opisuje magnetsko polje Zemlje. Objašnjava Oerstedov pokus.</p>	<p>Navodi osnovna svojstva magneta i opisuje magnetsko međudjelovanje. Silnicama prikazuje magnetsko polje: Zemlje, jednoga magneta, dvaju magneta, ravnoga</p>	<p>Opisuje i izvodi zaključke iz Oesterdova pokusa. Iz literature piše izraz za magnetsku indukciju oko vodiča kojim teče električna struja i objašnjava o čemu ovisi.</p>	<p>Navodi i opisuje primjene magneta i elektromagneta. Opisuje feromagnetizam, paramagnetizam i dijamagnetizam.</p>	<p>Objašnjava magnetske domene. Tumači povezanost Amperove i Lorentzove sile. Objašnjava gibanje električki nabijene čestice u</p>

	<p>Opisuje magnetsko polje ravnog vodiča i zavojnice kroz koje teče električna struja.</p> <p><b>Ključni pojmovi:</b> silnice, kompas, elektromagnet, magnetska indukcija, tesla, Lorentzova sila, Amperova sila</p> <p><b>Preporučena eksperimentalna mjerena:</b> Istražuje Oesterdov pokus. Istražuje magnetsko polje trajnog magneta ili zavojnice s pomoću titranja magnetske igle.</p>	<p>vodiča kojim teče električna struja, zavojnice.</p>	<p>Navodi jedinicu za magnetsku indukciju. Crtežom prikazuje Amperovu силу i primjenjuje pravilo desne ruke.</p>	<p>Rješava konceptualne zadatke povezane s magnetskim pojavama.</p>	<p>homogenome magnetskom polju.</p>
--	--	--	--	---	-------------------------------------

#### NAPOMENE:

Navedeni redoslijed ostvarivanja ishoda unutar pojedinog razreda nije obvezan.

Učenici samostalno ili u malim skupinama izvode mjerena ili istraživanja barem dva puta u godini.

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

*Mjerena* podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine izravnim mjerjenjem ili izračunavanjem uz pomoć drugih fizičkih veličina od kojih se barem jedna izravno mjeri, tj. uspoređuje s istovrsnom normiranoj jediničnom mjerom.  
*Određivanje* podrazumijeva postupak kojim se saznaje vrijednost fizičke veličine preko drugih fizičkih veličina, koje se ne mijere.

Domene: A - Struktura tvari, B - Medudjelovanje, C - Gibanje, D - Energija

## E. POVEZANOST S DRUGIM ODGOJNO-OBRAZOVnim PODRUČJIMA I MEĐUPREDMETNIM TEMAMA

Cilj je kurikularnog povezivanja nastavnih predmeta u područjima kurikuluma veća prenosivost znanja i vještina koji pridonose razvijanju generičkih 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 kao znanost često se 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 fizičima 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 mjerena i njihovo grafičko prikazivanje te za obradu podataka učeničkih istraživanja mogu poslužiti informatičko-komunikacijske tehnologije.

Povezanost s ostalim područjima može se 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 uvek aktivno, 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 proizvesti željene ishode. Učenici neće razviti potrebno razumijevanje, zaključivanje i sposobnosti primjene znanja. Stoga je važno birati 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, razmišljanje, zaključivanje i verbaliziranje 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 omogućavaju učenicima da dobiju povratnu informaciju o svojem učenju tijekom nastave, a učitelju daju dobar uvid u znanje učenika, kao i u poteškoće s kojima se tijekom učenja suočava 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 iz života jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

### Uloga eksperimenata u nastavi fizike Fizike

U nastavi Fizike veliku ulogu imaju i eksperimenti, i demonstracijski koje obično izvodi učitelj, i učenički. Učenje se najlakše ostvaruje ako se polazi od konkretnog prema apstraktном, stoga je važno da eksperiment, koji predstavlja konkretno iskustvo fizičke pojave koja se proučava, bude ishodište i osnova 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 daju svoje prepostavke, opažanja, opise, zaključke i analize rezultata.

### Istraživački usmjerena nastava Fizike

Učenici trebaju učenjem Fizike razviti sposobnost znanstvenog razmišljanja i zaključivanja i 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, daju svoja predviđanja, grade modele, provode kontrolu varijabla, samostalno opisuju, organiziraju i usustavljaju opažanja i rezultate mjerenja te ih predstavljaju ostatku razreda. U razrednoj se raspravi tada formiraju zaključci iz dobivenih rezultata. Uz učiteljevu pomoć najčešće se tada formulira i matematički model koji opisuje novu pojavu, a potom se razmatra njegovo značenje i mogućnosti primjene. Sve navedene aktivnosti i procesi imaju veliku vrijednost i ulogu u razvijanju intelektualnih sposobnosti učenika, njihova prelaženja s konkretnog na formalno mišljenje, kao i za upoznavanje prirode znanosti.

### Fizika kao općeobrazovni predmet

Pri nastavi Fizike važno je istaknuti i razvoj ideja u fizici tijekom povijest te ih ilustrirati odabranim primjerima. Cilj je da učenici upoznaju fiziku kao specifičnu ljudsku djelatnost koja ima velik utjecaj na razvoj društva i svakodnevni život. Razvoj fizičkih ideja treba predočiti na odabranim primjerima iz povijesti fizike uz naglašavanje odnosa teorije i eksperimentalnih podataka. Povijesna perspektiva važna je i kako bi se naglasio međuodnos 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 zadatka u nastavi Fizike

Rješavanje zadatka složena je vještina koja se postupno razvija. Iako je važna, ne treba joj davati središnje mjesto u nastavi Fizike. Treba primjenjivati i konceptualne i numeričke zadatke. Konceptualni zadatci ne uključuju ili minimalno uključuju matematičke operacije, a svrha im je razvijanje i provjeravanje učenikova razumijevanja fizičkih koncepata i njihovih reprezentacija, veza među konceptima, sposobnosti kvalitativnog zaključivanja te nekih 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 dolaze konceptualni, a tek potom numerički zadatci. Zadatci se trebaju razlikovati prema stupnju složenosti i kognitivne zahtjevnosti. Zadatci niske složenosti najčešće se odnose samo na jedan koncept, relaciju ili pravilo. Zadatci srednje složenosti uključuju povezivanje manjeg broja koncepata, relacija, pravila ili reprezentacija (npr. grafovi, dijagrami sila itd.) te manji broj koraka u planiranju i provođenju postupka rješavanja. Oni se također češće odnose na poznatije kontekste. Zadatci veće složenosti tipično uključuju povezivanje i interpretiranje većeg broja koncepata, relacija, pravila ili reprezentacija te veći broj koraka u planiranju i provođenju postupka rješavanja. Zadatci srednje i veće složenosti zahtijevaju primjenu strateškog 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. Složeniji zadatci redovito u većoj mjeri zahtijevaju uporabu viših kognitivnih operacija.

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 koja postavljaju broj sati nastavnih predmeta te matematička znanja i kognitivna zrelost učenika neće se u svim razredima i na svim temama očekivati jednak stupanj složenosti zadatka. 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 samostalne 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 i njihove sposobnosti i znanja, i njihovu znatniju i sklonost fizici. Velik 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.

## Nužni materijalni uvjeti za izvođenje nastave Fizike

Kako suvremena i kvalitetna nastava Fizike nije zamisliva bez eksperimenata, nužna je prepostavka za njeno izvođenje postojanje specijalizirane učionice za fiziku (kabineta) u školi i dosta 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 ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA U FIZICI

Vrednovanje odgojno-obrazovnih ishoda odražava stupanj ostvarenja ciljeva učenja i poučavanja Fizike. Ljestvica razina usvojenosti ishoda daje smjernice za vrednovanje koje tijekom učenja i poučavanja provodi učitelj. Vrednovanje podrazumijeva sustavno prikupljanje podataka o napredovanju učenika tijekom učenja i poučavanja, a ostvaruje se praćenjem, provjeravanjem i ocjenjivanjem, uključujući samoprocjenu učenika o vlastitom napretku tijekom procesa učenja i poučavanja. Cilj i svrha vrednovanja prije svega je unapređenje procesa učenja i napredovanja učenika i sastavni je dio planiranja učenja i poučavanja.

Metode i tehnike kojima se učitelj može koristiti pri učenju i poučavanju Fizike za vrednovanje su: pisane provjere, usmeno ispitivanje, ciljana pitanja, rasprave, kartice, praćenje aktivnosti učenika tijekom individualnog rada, rada u skupini, prezentacija rezultata rada, radne mape, provjera školskih i domaćih uradaka, mrežne platforme za kreiranje

kvizova i slično. Umjesto klasičnoga usmenog ispitivanja preporučuje se kontinuirano praćenje učenikovih odgovora kroz interaktivan, istraživački usmjereni 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 i ostvarenja 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 usvojenosti znanja, vještina, stavova nakon učenja neke nastavne cjeline, više cjelina ili pri završetku nastavne godine. Planirano ga provodi učitelj, najčešće usmenim provjerama i pisanim ispitima.

Vrednovanja za učenje i kao učenje su formativna, usmjerena na poticanje učenikova napredovanja tijekom procesa učenja i u pravilu se ne ocjenjuju, no mogu rezultirati ocjenom u poticajnom smislu. Vrednovanje naučenoga je sumativno i završava ocjenom.

Elementi vrednovanja u nastavnom predmetu Fizika su:

**A: Usvojenost znanja** - vrednuje se učenikovo poznavanje, opisivanje i razumijevanje fizičkih koncepata te njihovo povezivanje i primjena u objašnjavanju fizičkih pojava, zakona i teorija na znanstveni način. 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: Primjena znanja** - vrednuje se učenikova sposobnost primjene fizičkih koncepata u rješavanju konceptualnih i numeričkih problema. Vrednuje se i kreativnost u rješavanju te sposobnost kritičkog osvrta na rješenja. Također se prati i vrednuje učenikov napredak u strategiji rješavanja zadatka. Ta strategija podrazumijeva korištenje određenim procedurama u specifičnom fizičkom kontekstu, čime se posredno vrednuje i usvojenost elementa A. Ostvaruje se formativno ili sumativno, pisano ili usmeno. Pismeni ispit treba sastavljati od nekoliko ravnomjerno zastupljenih konceptualnih i numeričkih zadataka koji su graduirani po složenosti.

**C: Istraživanje pojava** - vrednuje se kontinuiranim praćenjem učenikove aktivnosti u istraživački usmjerrenom učenju i poučavanju. 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. Vrednovanje uključuje kontinuirano praćenje i pregledavanje učenikovih zapisa eksperimentalnog rada (npr. bilježnica, portfolija) te praćenje i bilježenje učenikovih postignuća.

Elementi A, B i C vrednuju se ocjenama od 1 do 5. Doprinos elementa A, B i C u zaključnoj ocjeni u jednakim je postotcima. Razine usvojenosti su smjernice za učenje i poučavanje.

Učitelj opisno procjenjuje i sljedeća tri elementa generičkih kompetencija:

1. **odgovornost** (prati se kroz sve elemente praćenja učenika)
2. **samostalnosti samoinicijativnost** (prati se kroz učenikova istraživanja i projekte, rješavanje zadataka, služenje literaturom, prezentacije, rasprave)
3. **komunikacija i suradnja** (prati se tijekom rada u skupinama kod eksperimentalnih istraživanja i učeničkih projekata).

Važno je da učitelj vrednuje učenika po svim elementima vrednovanja, različitim metodama, i to kontinuiranim praćenjem tijekom nastavne godine koje povremeno završava ocjenom kako bi njegova procjena bila što pouzdanija i realnija. Na temelju tako 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.