Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
ZENIČKO-DOBOJSKI KANTON
MINISTARSTVO ZA OBRAZOVANJE, NAUKU, KULTURU I SPORT

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA
FIZIKA

ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE

Zenica, juni 2022.

Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
ZENIČKO-DOBOJSKI KANTON
MINISTARSTVO ZA OBRAZOVANJE, NAUKU, KULTURU I SPORT

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA

FIZIKA

ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE

Zenica, juni 2022.

Kurikulum nastavnog predmeta Fizika za osnovne škole i gimnazije

Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Fizika za osnovne škole i gimnazije u Zeničko-dobojskom kantonu objavljena je u "Službenim novinama Zeničko-dobojskog kantona", broj:__/__, ___. ____ 2022. godine.

Izdavač: Ministarstvo za obrazovanje, nauku, kulturu i sport Zeničko-dobojskog kantona

Za izdavača: prof. dr. Spahija Kozlić, ministar

Voditeljica Stručnog tima:
Aida Salkić, direktorica Pedagoškog zavoda Zenica

Grupa za izradu predmetnog kurikuluma:
mr.sc. Željko Stapić, voditelj
Anka Krajina, prof., koordinatorica
mr.sc. Muvedeta Alihodžić, član
Jasmina Dizdarević, prof., član
Nejira Serdarević, nast., član
Mejrema Purišević, nast., član
Nermina Uzunalić, BA, član

Recenzenti:
Prof. dr. Jadranko Batista

Tehnička priprema i uređenje:
Pedagoški zavod Zenica

SADRŽAJ

A/ OPIS PREDMETA ……... 4

B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA …….. 6

C/ OBLASNA STRUKTURA PREDMETNOG KURIKULUMA …… 7

D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI …….. 12

OSNOVNA ŠKOLA ……... 12

7. razred osnovne škole ……. 12

8. razred osnovne škole ……. 16

9. razred osnovne škole ……. 24

GIMNAZIJA ……... 33

1. razred gimnazije ……. 33

2. razred gimnazije ……. 44

3. razred gimnazije ……. 55

4. razred gimnazije ……. 65

E/ UČENJE I PODUČAVANJE …….……. 76

F/ VREDNOVANJE U PREDMETNOM KURIKULUMU …….. 79

G/ PROFIL I STRUČNA SPREMA NASTAVNIKA ……. 82

A/ OPIS PREDMETA

Fizika je fundamentalna prirodna nauka i osnova je razvoja tehnologije. Kako naučna i tehnološka dostignuća predstavljaju neodvojivi dio kulturnog naslijeđa čovječanstva, nastava fizike značajno doprinosi općem obrazovanju, za nastavak školovanja i profesionalno usmjeravanje. Izučavanjem fizike učenici se upoznaju s bitnim elementima procesa fizikalnog saznanja i spoznajama do kojih je fizika došla tokom svog razvoja. U tom kontekstu nastava fizike doprinosi razvoju mišljenja svojstvenog nauci, usvajanju jezika i metoda fizike te usvajanju glavnih koncepata i teorija koje uokviruju savremena saznanja o materijalnom svijetu i korištenje istog u različitim životnim situacijama i radu. Nastava fizike također podržava razvoj ličnosti svakog učenika i prilikom formiranja modernog pogleda na svijet, te kreiranju svakodnevnih izbora, posebno onih koji su vezani za demokratsku i kulturološku participaciju u društvu, očuvanju prirodne sredine i racionalnu upotrebu energetskih resursa.

Kao nastavni predmet, Fizika se ističe po tome što potiče razvoj kognitivnih sposobnosti, naučnog i stvaralačkog mišljenja. Učenici razvijaju sposobnost naučnog objašnjavanja fizikalnih pojava, interpretiranja naučnih podataka i činjenica, sposobnost postavljanja i provjeravanja eksperimentalnih hipoteza, evaluacije eksperimenata, vještina pismenog i usmenog izvještavanja o provedenim eksperimentima, kao i sposobnost procjene određenih tehnoloških rješenja.

Kroz nastavu fizike svi učenici treba da steknu osnovnu jezičku i naučnu pismenost, da se osposobe da rješavaju probleme i zadatke u novim i nepoznatim situacijama, da izraze i obrazlože svoje mišljenje i diskutuju sa drugim te razviju motivaciju za učenje i zainteresiranost za predmet. Učenici na nastavi fizike treba da upoznaju prirodne pojave i osnovne zakone prirode, da se osposobe za uočavanje i raspoznavanje fizikalnih pojava u svakodnevnom životu i za aktivno stjecanje znanja o fizikalnim pojavama, da se usmjere za primjenu zakona fizike u svakodnevnom životu i radu.

Učenjem Fizike stječu se vještine i sposobnosti potrebne u svakodnevnom životu, ali i znanje potrebno za razumijevanje prirodnih pojava, korištenje modernim tehnologijama, te upotreba naučnih metoda za dobrobit pojedinca i zajednice. Ovaj predmet priprema učenika za dalje školovanje i cjeloživotno učenje.

Fizika omogućava sticanje kako deklarativnog, tako i proceduralnog znanja, koje se može primijeniti na rješavanju problemskih situacija u novim, drugačijim okolnostima. Ovakvo znanje i vještine povezane sa razumijevanjem fizikalnog svijeta omogućavaju poduzetno djelovanje pojedinca u svakodnevnom i profesionalnom životu. Sve ovo doprinosi sveukupnom razvoju pojedinca.

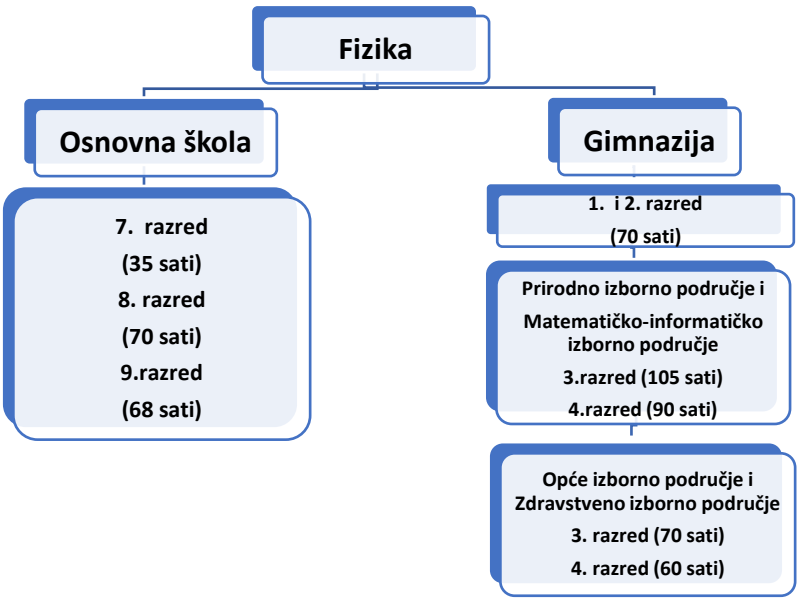
Razumijevanjem prirodnog svijeta i razvijanjem sposobnosti primjene znanja i tehnologije pretpostavljenim ljudskim potrebama (npr. medicina) ujedno se razvija i matematičko-naučno-tehnološka kompetencija kod učenika. Sposobnost izražavanja i tumačenja koncepata, misli, činjenica i mišljenja, kako usmenim, tako i pismenim putem pomaže razvoju komunikacijske kompetencije. Razvijanjem sposobnosti učinkovitog upravljanja vlastitim učenjem samostalno i u grupi paralelno se razvija i kompetencija o učenju učenja. Upotrebom informacija i komunikacijskih tehnologija razvija se informaciono-komunikacijska kompetencija.

Naprijed navedne kompetencije se izvrsno razvijaju kroz eksperimentalnu nastavu fizike. Izučavanjem Fizike priprema se osnova za poučavanje drugih nastavnih predmeta (biologija, hemija, geografija, tehnička kultura itd.). Povezanost je moguće ostvariti u horizontalnom i vertikalnom pogledu, odnosno, povezivanjem nastavnih sadržaja na nivou domena područja i domena samih nastavnih predmeta, koje omogućavaju pristup zajedničkim konceptima: energija, ZOE, kretanja, čestična struktura i međudjelovanje tvari. Integriranje unutar područja moguće je ostvariti na nivou izučavanja prirodnih procesa, učenja i primjene procesnih vještina (ogled, projektni zadaci, analiza podataka i formiranje izvještaja).

Fizika je općeobrazovni predmet, koji razvija razumijevanje osnovnih prirodnih zakona i funkcionisanja nauke uopće, te sposobnost formalnog mišljenja i osnovne načine naučnog zaključivanja.

Savremena nastava Fizike zahtjeva izbor modela učenja koji ne podržava pasivno usvajanje znanja, već u središtu nastavnog procesa stavlja učenika, koji gradi znanje od već postojećih saznanja i novih informacija. Ovaj pristup, tj. konstruktivizam, je suprotan tradicionalnoj didaktici koja učenje i podučavanje posmatra u vidu prenosa i pamćenja sadržaja i informacija. Nadalje, Konstruktivistički model učenja naglašava centralnu ulogu učenika, podstiče samostalno učenje, i kao takvo uključuje integrisani nastavni plan, različite aktivnosti učenja te učenika navodi na samostalno razmišljanje i istraživanje. Također je bitno, gdje god je moguće, fizikalne pojave povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima iz stvarnog života, jer ovo podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika. Ako su učenici pasivni neće razviti potrebno razumijevanje, zaključivanje i sposobnost primjene naučenog. Stoga je bitno izabrati metode i način podučavanja koji će aktivno sudjelovanje učenika, kao glavnog subjekta, u nastavnom procesu.

Fizika je nastavni predmet koji pripada prirodnom obrazovnom području unutar kurikuluma, a poučava se kao obavezan predmet kako u osnovnoj školi (7., 8. i 9. razred), tako i u gimnazijama. Broj nastavnih sati ovisi o obrazovnom ciklusu, tipu škole i izbornom području.



Godišnji fond nastavnih sati u predmetnom kurikulumu Fizika

B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA

Neovisno o nivou obrazovanja, u nastavi fizike treba stremiti ka ostvarivanju sljedećih ciljeva:

1. **Razvijanje konceptualnog razumijevanja fizikalnih pojava i procesa kod učenika:** Uključuje poticanje interesa za fiziku, usvajanje ključnih fizikalnih pojmova, te njihovih međusobnih veza i odnosa izraženih kroz fizikalne zakone i principe. Osim toga, podrazumijeva i korištenje konceptualnog znanja u raznovrsnim kontekstima, a posebno u kontekstu svakodnevnice, kao kontekstu koji često zahtijeva integriranje znanja iz različitih oblasti prirodnih nauka.

2. **Razvijanje primjene prirodno-naučnog metoda i razumijevanja prirode fizike kao nauke:**
   Podrazumijeva sticanje znanja o prirodi fizike i njenim metodama spoznavanja stvarnosti, te razvijanje pozitivnih crta ličnosti situirano u kontekst primjene tih metoda. Uključuje identificiranje problemskih situacija koje se mogu rješavati metodoma fizike, te razvijanje vještina prikupljanja informacija, postavljanja i eksperimentalnog provjeravanja hipoteza, i evaluacije provedenog eksperimenta. Također obuhvata i kompetentno korištenje matematičkog metoda radi rješavanja praktičnih problema.

3. **Razvijanje komunikacijskih kompetencija u kontekstu fizike i samog jezika fizike:**
   Pored usvajanja fizikalnih pojmova i njihovog kombiniranja u složenije strukture (zakone, teorije), ovladavanje jezikom fizike također uključuje interpretiranje i korištenje različitih reprezentacija fizikalnog znanja (npr. formule, tabele, grafikoni, dijagrami, riječi), korištenje računalnih alata potrebnih za prikupljanje, analizu i predstavljanje podataka. Podrazumijeva razvijanje vještina prevođenja jednih reprezentacija u druge, pismeno i usmeno izvještavanje o provedenom eksperimentu/projektu, razmjenu znanja i informacija između učenika, te razvijanje navike argumentovanog diskutovanja o temama koje se dotiču fizike.

4. **Razvijanje znanja, vještina i stavova koji se odnose na kreiranje poveznica između fizike, društva i tehnologije:**
   Podrazumijeva shvatanje povratne sprege na relaciji fizika-društvo-tehnologija, uz poseban akcent na razumijevanje kako prednosti, tako i potencijalnih opasnosti naučno-tehnološkog razvoja po ljudsko društvo. Uključuje razvoj vještina modleiranja fizikalnih problema, razumijevanje značaja fizikalnih otkrića unutar odgovarajućih historijskih i društvenih konteksta, te shvatanje potencijala fizike u rješavanju ključnih problema sa kojima se suočava čovječanstvo. Također uključuje mogućnost kompetentne procjene određenih tehnoloških rješenja s obzirom na fizikalne, ekonomske, društvene i ekološke aspekte.

C/ OBLASNA STRUKTURA PREDMETNOG KURIKULUMA

U okviru predmeta Fizika oblasti su strukturirane u skladu sa historijskim razvojem fizike. Na taj način struktura predmeta odražava ujedno i prirodu razvoja koncepata u fizici, što potencijalno olakšava njeno sistematično učenje. U strukturi predmeta Fizika izdvajaju se sljedeće oblasti:

A. Fizika, društvo i tehnologija;
B. Mehanika;
C. Molekularna fizika i termodinamika;
D. Elektromagnetizam;
E. Optika i moderna fizika.

Kod obrade svake od pomenutih oblasti, jako je bitno voditi računa o kontinuiranom učenju sljedećih ključnih koncepata i vještina: materija, energija, kretanje, interakcija i prirodno-naučni metod. Drugim riječima, potrebno je nastojati da unutar izučavanja svake pojedinačne oblasti fizike uključimo razmatranja pojava iz različitih perspektiva, tj. iz perspektive materije (građe tvari), energije, kretanja, interakcije i prirodnonaučnog metoda (primarno, eksperimentalni i matematički metod u fizici). Na taj način se doprinosi kontinuiranoj nadogradnji znanja o temeljnim fizikalnim konceptima.

Kada je u pitanju koncept materije treba poći od znanja o tome koje tvari postoje i koja svojstva imaju, a zatim uvesti pojam atoma i različite modele građe atoma. Nakon toga slijedi učenje o građi molekula i njihovom uvezivanju u makro-strukture, ali i o jezgri atoma i fundamentalnim česticama. Kada god je to moguće, model građe tvari treba koristiti radi zornijeg objašnjavanja makroskopskih pojava, u različitim oblastima fizike (npr. objašnjavanje pritiska gasa na zidove posude).

Kod koncepta energije preporučuje se učenje započeti sa vrstama i izvorima energije, prije nego se pređe na izučavanje pretvaranja energije. Najzad je potrebno naglašavati da prilikom pretvaranja energije dolazi do njene degradacije, iako je u cjelini gledano energija očuvana. Kao i kod ostalih koncepata, bitno je voditi računa o kontinuiranoj nadogradnji znanja. O energiji možemo učiti u prvom razredu u kontekstu mehanike, ali i u svakom narednom razredu, u kontekstu ostalih oblasti fizike. Pažljivim formuliranjem ishoda se poučavanje o energiji u različitim razredima može kontinuirano nadograđivati. Slično vrijedi i za razvijanje znanja o ostalim ključnim konceptima i za razvijanje vještine za korištenje prirodnonaučnog metoda.

Kada je u pitanju ključni koncept kretanja, pored translatornog i obrtnog kretanja, posebnu pažnju zaslužuje talasno kretanje. Znanje o oscilacijama i talasima potrebno je kontinuirano nadograđivati kroz kontekste mehanike, termodinamike, elektromagnetizma, optike i moderne fizike. Ukoliko na tijelo djeluje sila, tijelo se može deformirati (koncept materije), može mu se promijeniti energija (koncept energije) i stanje kretanja (koncept kretanja). Sila je mjera interakcije tijela. Sve sile u prirodi rezultat su četiri fundamentalne interakcije (gravitacione, elektromagnetne, slabe i jake). Kroz sve oblasti fizike potrebno je težiti identificiranju sila (interakcija) koje djeluju među česticama/tijelima, te crtanju odgovarajućih dijagrama sila.

Kada je u pitanju prirodno-naučni metod, kroz sve razrede je potrebno razvijati spoznajne kompetencije. To se prije svega odnosi na znanja, vještine i stavove vezane za: identificiranje problema, prikupljanje informacija o problemu, postavljanje hipoteze/modela, eksperimentalnu provjere hipoteze/modela, te obradu i primjereno predstavljanje rezultata istraživanja.

A. Fizika, društvo i tehnologija

Specifičnost oblasti Fizika, društvo i tehnologija ogleda se u činjenici da se upravo kroz ovu oblast učenici/ce uvode u svijet fizike, te da samim tim ova oblast značajno utječe na učeničko formiranje stavova u odnosu na predmet Fizika. Unutar oblasti Fizika, društvo i tehnologija predviđeno je učenje o prirodi fizike, te o njenim najznačajnijim metodama spoznavanja prirode, poput eksperimentalnog metoda, matematičkog metoda i metoda crne kutije. Učenje fizike značajno ovisi o učeničkim stavovima o prirodi fizike. Tako recimo shvatanje fizike kao skupa međusobno nepovezanih, gotovih formula dovodi do toga da učenici/ce i ne pokušavaju povezivati znanje stečeno u različitim lekcijama što rezultira fragmentiranim znanjem. Zbog navedenog, bitno je tokom prvih formalnih susreta sa predmetom Fizika dobro upoznavanje sa prirodom fizike i njenim metodama za spoznavanje prirode. Pri tome je naročito bitno fiziku shvatiti kao djelatnost čovjeka koja se ogleda u kreiranju i korištenju naučnih modela o prirodnim pojavama. Prilikom kreiranja i korištenja naučnih modela, jako je bitno ostvariti kvalitetnu komunikaciju sa okruženjem, iz čega slijedi da je u nastavi fizike bitno obratiti pažnju i na razvoj komunikacijskih vještina. Također je značajno shvatiti izrazitu razvojnost fizike, tj. kontinuirano usavršavanje naučnih modela o prirodnim pojavama čime zakoni fizike sve bolje odražavaju zakone prirode. Prilikom kreiranja i korištenja naučnih modela, fizičari kombiniraju raznovrsne metode. Unutar ove oblasti, predviđeno je učeničko upoznavanje sa najbitnijim metodama koje će koristiti tokom svog obrazovanja iz fizike. Naročitu pažnju treba posvetiti ciklusu spoznavanja u fizici čijim izučavanjem se dodatno razvijaju i razumijevanja o samoj prirodi fizike.

B. Mehanika

Oblast mehanika zauzima posebno mjesto u strukturi fizike. Mnogi smatraju da izučavanje mehanike predstavlja izvrstan kontekst za ulazak u svijet sadržaja i metoda fizike, tj. za upoznavanje fizikalnog pristupa spoznavanju prirode. Naime, u oblasti mehanike se na zoran način uvode mnogi ključni pojmovi (npr. kretanje, interakcija, energija), metode i reprezentacije sadržaja fizike, te se u skladu s tim često predlaže da formalno učenje fizike otpočinjemo upravo u kontekstu sadržaja mehanike. U okviru mehanike uči se opisivati kretanja tijela (kinematika), povezuju stanje kretanja i deformacije tijela sa odgovarajućim uzrocima i pojmom energije (dinamika i statika), te se uči o pojmu pritiska i njegovoj primjeni u kontekstima mirovanja i kretanja fluida (pritisak i mehanika fluida). Planiranje učenja i poučavanja iz oblasti mehanike zaslužuje značajnu pažnju, jer se pokazuje da je dobro razumijevanje mehanike preduslov za učenje drugih oblasti fizike. Pored toga, znanje mehanike ima značajnu primjenu u inženjerstvu (npr. statika građevina), medicini (npr. krvotok i mehanika fluida), sportu (npr. obrtanje tijela i džudo) i drugim oblastima ljudske djelatnosti. Kod učenja i poučavanja mehanike nužno je imati na umu da mehanika predstavlja svojevrsnu

kolijevku ustaljenih učeničkih miskoncepcija, te u skladu s tim treba obratiti značajnu pažnju na identificiranje miskoncepcija i proces konceptualne promjene.
U tom smislu, preporučuje se korištenje ogleda sa lako pristupačnim materijalima i kombiniranje velikog broja reprezentacija sadržaja fizike, uključujući i za mehaniku specifične reprezentacije poput dijagrama kretanja (stroboskopskih snimaka) i dijagrama sila.

C. Molekularna fizika i termodinamika

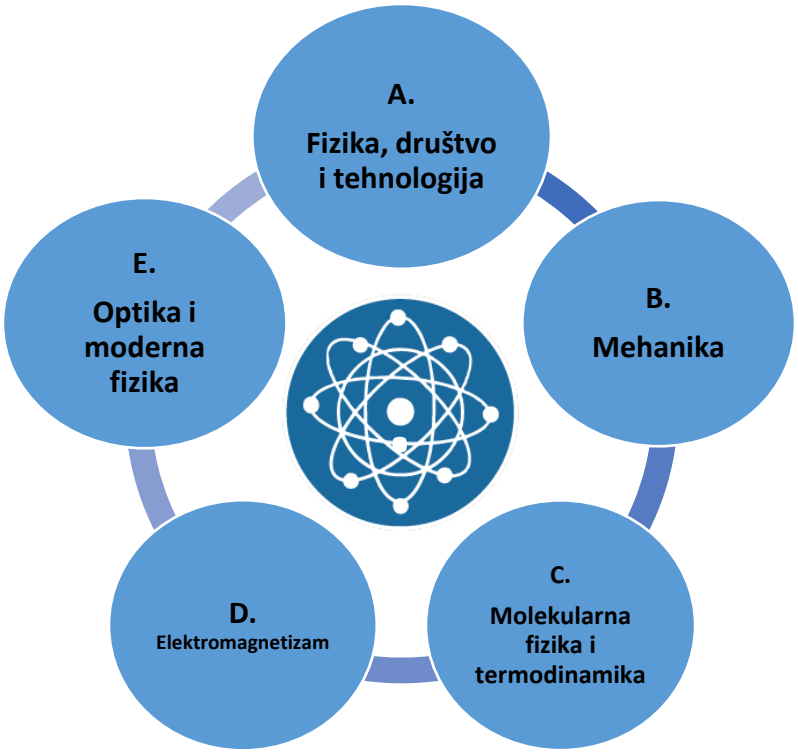
Molekularna fizika proučava model, fizikalna svojstva i stanja tvari polazeći od molekularno-kinetičke teorije prema kojoj su tvari sastavljene od mikroskopskih čestica (molekula, atoma i jona) koje se nalaze u neprekidnom nasumičnom kretanju. Ona u korelaciji sa drugim prirodnim naukama, prije svega sa hemijom, omogućava cjeloviti uvid u moguće modele strukture tvari i predstavlja osnovu za dublje razumijevanje makroskopskih procesa. Važno mjesto unutar ove oblasti zauzima upravo učenje o modelu čestične građe tvari, pri čemu se očekuje procjenjivanje osnovne postavke o građi tvari i korištenje znanja o molekularnim silama radi analiziranja fizikalnih svojstava, stanja i pojava. Izučavanje čestičnog modela građe tvari može predstavljati odličan kontekst za razvijanje učeničkog razumijevanja o pojmu i značaju modela u prirodnim naukama. Oslanjajući se na molekularnu-kinetičku teoriju, termodinamika se bavi makroskopskim sistemima proučavajući uslove transformacije energije iz jednog u drugi oblik unutar sistema. Učenjem o toploti i termodinamičkim sistemima kombinuju se znanja o temperaturi, toploti i mehanizmima prijenosa toplote, radi analiziranja toplotnih pojava, te koriste temeljni zakoni termodinamike radi objašnjavanja procesa u prirodi i tehnici. U sklopu termodinamike omogućeno je razumijevanje principa procesa proizvodnje i potrošnje energije kao svjetskog resursa, čime se potencijalno doprinosi promišljanju o ključnim problemima čovječanstva i mogućim rješenjima tih problema.

D. Elektromagnetizam

U okviru ove oblasti stiču se znanja i vještine potrebne za razumijevanje elektromagnetnog međudjelovanja kao jednog od fundamentalnih međudjelovanja u prirodi. Izučavanje elektriciteta i magnetizma predstavlja osnovu za razumijevanje mnogih civilizacijskih tekovina i osnovu za njihovo unapređenje, jer su u globalnom kontekstu na konceptu elektromagnetnog polja i saznanja o elektromagnetnim zakonitostima najčešće utemeljene naučne i tehnološke inovacije. Elektromagnetne sile određuju fizikalna i hemijska svojstva tvari od atoma i molekula, do živih ćelija. U nastavi fizike elektricitet i magnetizam pojedinačno se izučavaju, da bi se stekao jasniji uvid i razumijevanje ovih koncepata, nakon čega su objedinjeni u elektromagnetizam. Imajući u vidu da su električni uređaji sve više dio svakodnevnice, značajan aspekt nastave elektromagnetizma treba da budu električna kola u domaćinstvu, te razmatranje zaštite od strujnog udara. Na ovaj način nastava fizike doprinosi razvijanju tjelesno-zdravstvene kompetencije.

E. Optika i moderna fizika

Poznavanje optike omogućava bolje razumijevanje pojava (npr. pojava duge) i objekata (npr. naočale) iz svakodnevnice. Također, optika ima brojne primjene u industriji i medicini (npr. mikroskopi). U okviru optike se proučava priroda svjetlosti i svjetlosni efekti kroz fotometriju, geometrijsku i talasnu optiku. Nakon toga prilika je, upoznati se sa specijalnom i općom teorijom relativnosti. U okviru moderne fizike će se izučavati razvoj atomske fizike od klasične do kvantne mehanike, zatim kroz nuklearnu fiziku upoznati struktura atomske jezgre, procesi unutar jezgre, elementarne čestice, standardni model. Na kraju se izučava astrofizika nudeći objašnjenja o sastavu, strukturi, nastanku i evoluciji svemira. Učenje o modernoj fizici je između ostalog bitno i zbog razvijanja moderne slike svijeta, tj. zbog formiranja naučno utemeljenih stavova o svijetu koji nas okružuje. Kod učenja i poučavanja optike bitno je u različitim kontekstima objašnjavati kako vidimo objekte iz svoje okoline, uključujući i njihovu boju. Preporučuje se korištenje ogleda sa lako pristupačnim materijalima. Kada je u pitanju talasna optika, potrebno je u što većoj mjeri kombinirati različite vizualizacije talasnog kretanja, poput talasnih fronti, sinusoida i fazorskih dijagrama. Kada je u pitanju moderna fizika, akcenat treba da je na konceptualnom nivou i razmatranju filozofskih implikacija fizikalnih teorija.



Oblasna struktura predmetnog kurikuluma Fizika

U nastavku slijedi dio koji se odnosi na odgojno-obrazovne ishode koji su okosnica predmetnog kurikuluma Fizika i razrađeni su za svaku od pet oblasti (domena) na kojima se temelji. Odgojno-obrazovni ishodi pomažu nastavnicima u praćenju napretka učenika i u vrednovanju učeničkih postignuća. Tokom pripremanja procesa učenja i podučavanja nastavnik treba povezati odgojno-obrazovne ishode sa sadržajima navedenim u kurikulumu i metodama podučavanja. U tabelama su odgojno-obrazovni ishodi označeni šiframa. Skraćenice poput A.8.1. ili B.9.2. i sl. označavaju redom: oblast kojoj ishod pripada (A. Fizika, društvo i tehnologija, B. Mehanika, C. Molekularna fizika i termodinamika, D. Elektromagnetizam i E. Optika i moderna fizika), godinu podučavanja predmeta (7. - sedmi razred, 8. - osmi razred, 9. - deveti razred u osnovnoj školi, I. - prvi razred, II. - drugi razred, III. - treći razred i IV. - četvrti razred u gimnaziji), te redni broj odgojno-obrazovnog ishoda koji se podučava u sklopu navedene oblasti (1. - prvi ishod, 2. - drugi ishod,...). Skraćenice FIZ-5.2.1. ili FIZ-5.3.2. označavaju poveznice sa Zajedničkom jezgrom nastavnih planova i programa za fiziku definiranoj na ishodima učenja, odakle su ishodi dijelom ili u potpunosti preuzeti.

D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI

OSNOVNA ŠKOLA

7. razred osnovne škole /35 nastavnih sati godišnje/

Oblast: A/Fizika, društvo i tehnologija	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.7.1. Objašnjava prirodu fizike.	• Otkriva šta je to predmet proučavanja fizike. • Opisuje značaj fizike za društvo i pojedinca. • Opisuje razvoj fizike proučavajući njenu historiju. • Upoznaje metode i načine na koje se u fizici dolazi do zaključaka o prirodnim pojavama. • Spoznaje da je fizika svuda oko nas.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
Priroda i podjela fizike, priroda, materija, tvar, tijelo, fizikalni sistem, fizikalno polje i pojave, metode fizike - teorija, eksperiment, primjena fizike - veza fizike sa društvom i tehnologijom.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Fizika je nauka koja je temeljena na iskustvu koje se zatim proučava, stoga je važno učenicima približiti i objasniti prirodne pojave sa aspekta fizike. Objasniti na primjerima iz svakodnevnog života sta je fizika, čime se bavi i na koji način, npr. odgovoriti na pitanja: *Zašto je nebo plavo, a trava zelena? Kako plovi brod? Zašto se led topi, i šta je vodena para?* Izvodeći jednostavne eksperimente (promjena agregatnih stanja tvari, naelektrisanje plastičnog linijara, magnet i metalne iglice....) motivirati učenike za istraživanje svijeta oko nas. Ukazati na povezanost različitih nauka, npr. opisati određene pojave sa aspekta fizike, hemije ili čak historije i diskutovati o načinu istraživanja, metodama i pristupu spoznaje.	
A.7.2. Analizira načine spoznaje u fizici.	• Proučava različite etape ciklusa spoznaje u fizici. • Uočava značaj eksperimentalne i matematičke metode pri historijskom razvoju fizike. • Objašnjava značaj kombiniranja različitih metoda.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
Posmatranje, hipoteza, eksperiment, mjerenje, prikazivanje rezultata, analiza, zaključak.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Nabrojati neke prirodne pojave, a zatim naznačiti kako je važno odgovoriti na osnovna pitanja o svakoj pojavi, a to su: šta, kako i zašto? Posmatrati prirodnu pojavu, analizirati, odgovoriti na pitanja! Izvesti jednostavan ogled (npr. plivanje različitih tijela), primijeniti posmatranje, mjerenje, analizu podataka, postaviti hipotezu, analizirati podatke i donijeti zaključak. Učenicima objasniti značaj svakog dijela spoznajnog ciklusa.	
A.7.3. Objašnjava značaj mjerenja fizikalnih veličina.	• Uočava da se fizika temelji na činjenicama koje se mogu provjeriti i dokazati, odnosno shvata da je fizika egzaktna nauka. • Razumije pojam fizikalnog mjerenja. • Uočava koliko je važno mjerenje fizikalnih veličina u svakodnevnom životu, navodeći primjere.
Poveznice sa ZJNPP	

Ključni sadržaji	
Fizikalna veličina, Međunarodni sistem mjernih jedinica (SI), mjerenje, srednja vrijednost mjerene veličine, dužina, površina, zapremina, masa, gustina tvari, gustina tijela, vrijeme, temperatura	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Važno je da učenici razumiju i razlikuju tri faze kod mjerenja fizikalnih veličina, a to su: priroda mjerenja, mjerenje i predstavljanje i tumačenje rezultata mjerenja. Učenicima omogućiti da samostalno, kroz grupni rad ili rad u parovima izvrše mjerenja, shvate da se radi o poređenju sa već utvrđenim mjernim veličinama. Posebnu pažnju treba obratiti na aktivnosti pretvaranja iz većih u manje mjerne jedinice, te na modeliranje korektnog jezičkog izražavanja i razmatranja fizikalne smislenosti dobijenih rezultata. Kroz očigledne primjere, potrebno je ukazati na razlike između preciznih i tačnih mjerenja. Ukazati na vrste grešaka i način zapisivanja rezultata mjerenja. Izvesti vježbe mjerenja dužine, mjerenja i računanja površine i zapremine, kao i izračunavanja gustine na osnovu mase i zapremine. Istaknuti značaj preciznosti i objektivnog mjerenja u svakodnevnom životu, npr. arhitektura, medicina...	
A.7.4. Mjeri i određuje temeljne fizikalne veličine.	• Koristi različite vrste instrumenata za mjerenje fizikalnih veličina. • Analizira rezultate mjerenja, koristi matematičke metode kako bi na osnovu izmjerenih vrijednosti odredio fizikalnu veličinu (npr. mjerenje dimenzija tijela, na osnovu kojih računa površinu ili zapreminu).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1.**
Ključni sadržaji	
Dužina, površina, zapremina, gustina, temperatura... - mjerenje, analiza, predstavljanje rezultata mjerenja...	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenicima omogućiti da samostalno izvrše mjerenja. Posebnu pažnju treba obratiti na aktivnosti pretvaranja iz većih u manje mjerne jedinice. Kroz očigledne primjere, potrebno je ukazati na razlike između preciznih i tačnih mjerenja. Ukazati na vrste grešaka i način zapisivanja rezultata mjerenja . Izvesti vježbe mjerenja dužine, mjerenja i računanja površine i zapremine, kao i izračunavanja gustine na osnovu mase i zapremine.	
A.7.5. Predstavlja i tumači rezultate mjerenja.	• Izražava rezultate mjerenja SI jedinicama, pretvara mjerne jedinice iz većih u manje i obrnuto. • Tabelarno predstavlja rezultate mjerenja. Računa srednju vrijednost mjerenja. • Računa apsolutnu i relativnu grešku mjerenja. • Pravilno koristi jezik fizike i predstavlja rezultate mjerenja.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
Mjerenje, greške pri mjerenju, predstavljanje rezultata mjerenja	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenicima omogućiti izvođenje jednostavnih mjerenja, npr. mjerenje dužine, a zatim uraditi određivanje srednje vrijednosti mjerenja, izračunati apsolutnu i relativnu grešku mjerenja te pravilno zapisati rezultat mjerene veličine. Mjerenjem različitih fizikalnih veličina ukazati na značaj pravilnog mjerenja i izračunavanja greški pri mjerenju. Naglasiti značaj i primjenu mjerenja u svakodnevnom životu.	
A.7.6. Planira i provodi fizikalne eksperimente, te predstavlja dobivene rezultate.	• Razumije i objašnjava značaj eksperimenta u fizici. • Određuje potreban pribor i opisuje način izvođenja eksperimenta. • Pravilno koristi mjerne instrumente, analizira i obrađuje podatke mjerenja.

	• Pravilno, pomoću tabela i grafikona prikazuje rezultate mjerenja, kvalitativno i kvantitativno ih interpretira te identifikuje grube greške pri mjerenju. • Identifikuje i diskutuje o sigurnosti pri izvođenju eksperimenta, te predlaže mjere zaštite.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
Svi nastavni sadržaji predviđeni za izučavanje u sedmom razredu.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenici učestvuju u eksperimentalnim istraživanjima fizikalnih pojava putem demonstracionih ogleda, laboratorijskog ili projektnog rada. Eksperimentalna istraživanja izvode se individualno, u paru ili u skupini. Predloženi eksperimenti: Mjeri dimenzija tijela, upotreba noniusa i mikrometarskog zavrtnja, Odrediti i mjeriti zadane površine, Odrediti i mjeriti zapremine geometrijski pravilnih i nepravilnih tijela, Mjeri mase datih tijela, Određivati gustinu tvari nekog tijela, Mjeri vremenske intervale nekih događaja, Mjeri temperature datih tijela. Ovu listu potrebno je shvatiti samo kao preporuku, koja može biti i proširena na procjenu nastavnika i koja odražava jedan od mogućih načina za razvijanje planiranja i provođenja fizikalnih eksperimenata u nastavi fizike za sedmi razred osnovne škole. Prilikom izvođenja eksperimenata potrebno je posvetiti posebnu pažnju na sigurnost i podsticati da se izvode eksperimenti sa lako pristupačnim materijalima.	
A.7.7. Primjenjuje raznovrsne matematičke metode u opisu i rješavanju fizikalnih zadataka i problema.	• Tumači direktnu i obrnutu proporcionalnost u kontekstu sadržaja fizike. • Kreira i interpretira tabelarne i grafičke prikaze zavisnosti fizikalnih veličina. • Tumači, kombinuje i transformiše jednostavne matematičke izraze u kontekstu fizike. • Skicira i opisuje problemsku situaciju, identifikujući pri tome relevantna tijela, veličine i međuovisnosti veličina. • Modelira fizikalni problem jezikom matematike, pretvara mjerne jedinice i računa traženu veličinu. • Evaluira smislenost rezultata dobijenog rješavanjem problema.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1.**
Ključni sadržaji	
Prikazivanje rezultata mjerenja, tabela, dijagram...	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Zapisivanje rezultata mjerenja, izračunavanje srednje vrijednosti, apsolutne i relativne greške omogućava učenicima primjenu matematičkog metoda u kontekstu fizike. Moguće je koristiti i sljedeće aktivnosti: - primjena prefiksa, odnosno pretvaranje fizikalnih veličina - izvođenje formula.	
A.7.8. Koristi jezik i znanje fizike u kontekstima relevantnim za modernu svakodnevicu.	• Razlikuje značenje određenih pojmova (npr. masa, sila,...) u jeziku fizike i jeziku svakodnevice. • Prikuplja podatke relevantne za fiziku služeći se raznovrsnim izvorima znanja uključujući i informacione tehnologije. • Izražava rezultate mjerenja pomoću SI jedinica, te tumači i koristi odgovarajuće prefikse. • Objašnjava fizikalne pojave i procese, te opisuje rezultate ogleda (ili promatranja) koristeći se fizikalnim pojmovima i modelima. • Diskutuje o temama relevantnim za fiziku (uključujući i rezultate eksperimenata) koristeći se različitim reprezentacijama (riječi, crteži, grafikoni, tabele, matematički izrazi, makete,

	simulacije, video-snimci, multimedijalne prezentacije) i tehnologijama, te pri tome uvažava sagovornike.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.2. FIZ 5.2.3.**
Ključni sadržaji	
Prikazivanje rezultata mjerenja, tabela, dijagram...	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Omogućiti učenicima da samostalno biraju ogled, da odrede potreban pribor, te pravilno koriste mjerne instrumente, da objasne postavljene hipoteze, raspravljaju o temama relevantnim za fiziku, da koriste različite reprezentacije (riječi, slike, simulacije, tablice, matematičke izraze...) uvažavajući pri tome svoje sugovornike.	

Oblast: B/Mehanika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.7.1. Analizira efekte međudjelovanja tijela.	• Razumije pojam sile i razlikuje njegovo značenje u fizici i svakodnevnom životu. • Povezuje djelovanje silom sa promjenom brzine tijela i deformacijom tijela. • Uspoređuje pojam sile sa pojmom momenta sile. • Primjenjuje pojam sile radi objašnjavanja jednostavnih situacija iz svakodnevnice i tehnike (npr. deformacija tijela, promjena brzine tijela i sl.).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.1.**
B.7.2. Prepoznaje i određuje različite vrste sila.	• Identifikuje različite tipove sila i djelovanje momenata sila u kontekstima jednostavnih primjera iz svakodnevnog života. • Koristi grafički metod radi slaganja većeg broja sila različitog pravca. • Razlaže date sile u različitim kontekstima.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
Međudjelovanje tijela, sila, dinamometar, slaganje i razlaganje sila, ravnoteža sila.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U ovom dijelu je važno naučiti da je sila mjera međudjelovanja tijela, a ne osobina tijela. Objasniti vrste sila, te predstavljanje sila. S obzirom da je sila vektorska veličina, povezanost sa nastavom matematike se ogleda u slaganju i razlaganju vektora. Važno je odmah početi koristiti dijagrame sila za opisivanje određenih fizikalnih situacija. Kada je u pitanju moment sile, potrebno je ovu veličinu uvesti kroz slikovite primjere iz svakodnevnice (npr. djelovanje na vrata).	

8. razred osnovne škole /70 nastavnih sati godišnje/

Oblast: A/Fizika, društvo i tehnologija	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.8.1. Planira i provodi fizikalne eksperimente, te predstavlja dobivene rezultate.	• Objašnjava svrhu izvođenja eksperimenta, specificira potreban pribor i eksperimentalne procedure. • Identifikuje varijable koje tokom izvođenja eksperimenta treba održavati stalnim. • Pravilno rukuje mjernim instrumentima i priborom, provodi eksperimentalne procedure i obrađuje mjerne podatke. • Prikazuje rezultate mjerenja pomoću tabela i grafikona i identifikuje grube greške pri mjerenju. • Diskutuje o mogućim sigurnosnim rizicima koji se vežu uz izvođenje eksperimenta, kao i identifikuje mjere predostrožnosti.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.3.**
A.8.2. Primjenjuje raznovrsne matematičke metode u opisu i rješavanju fizikalnih zadataka i problema.	• Tumači direktnu i obrnutu proporcionalnost u kontekstu sadržaja fizike. • Kreira tabelarne i grafičke prikaze zavisnosti fizikalnih veličina. • Tumači, kombinuje i preoblikuje jednostavne matematičke izraze u kontekstu fizike. • Skicira i opisuje problemsku situaciju, identifikujući pri tome relevantna tijela, veličine i međuovisnosti veličina. • Modelira fizikalni problem jezikom matematike, pretvara mjerne jedinice i računa traženu veličinu. • Evaluira smislenost rezultata dobijenog rješavanjem problema.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.2.**
A.8.3. Koristi jezik i znanje fizike u kontekstima relevantnim za modernu svakodnevicu.	• Razlikuje značenje određenih pojmova (npr. svjetlost, električna struja) u jeziku fizike i jeziku svakodnevnice. • Prikuplja podatke relevantne za fiziku, koristeći se različitim izvorima znanja, uključujući i informacione tehnologije. • Izražava rezultate mjerenja pomoću Si jedinica, te tumači i koristi odgovarajuće prefikse. • Objašnjava fizikalne pojave i procese ,te opisuje rezultate ogleda (ili posmatranja) koristeći se fizikalnim pojmovima i modelima. • Raspravlja o temama relevantnim za fiziku uključujući i rezultate ogleda) koristeći se različitim prezentacijama (riječi, crteži, grafikoni, tabele, matematički izrazi, makete, simulacije, video-snimci, multimedijalne prezentacije) i tehnologijama i pri tome uvažava svoje sagovornike.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.1.1. FIZ 5.2.3. FIZ 5.3.2.**

Ključni sadržaji
Svi nastavni sadržaji fizike predviđeni za izučavanje u osmom razredu.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Prilikom izvođenja eksperimenata potrebno je posvetiti posebnu pažnju na sigurnost pri izvođenju eksperimenata. Također, potrebno je podsticati izvođenje eksperimenata sa lako pristupačnim i jednostavnijim materijalima. Preporučuje se da učenici izrade projekte: termometar, balon na topli zrak, barometar, crnu kutiju. Bilo bi poželjno obezbijediti učešće u izvođenju slijedećih eksperimenata: mjerenje kinematičkih veličina za pravolinijsko kretanje, provjera Drugog Newtonovog zakona, mjerenje temperature, istraživanje primjene poluge itd. Učenici učestvuju u eksperimentalnim istraživanjima fizikalnih pojava putem demonstracionih ogleda, labaratorijskog ili projektnog rada. Eksperimentalna istraživanja izvode se individualno, u paru ili u skupini. Predloženi eksperimenti: • Istražuje elastičnu silu opruge. • Istražuje trenje. • Mjeri faktor trenja. • Istražuje primjene poluge. • Istražuje težište ploče nepravilnog oblika. • Istražuje pritisak. • Istražuje pritisak u vodi. • Istražuje snagu s pomoću elektromotora. • Istražuje Brownovo gibanje. • Istražuje termičko širenje zraka. • Istražuje termičko širenje. • Mjeri veličinu molekule. • Mjeri temperaturu smjese. • Istražuje temperaturu tijela različitih boja. • Istražuje toplinsku vodljivost. Ovu listu potrebno je shvatiti samo kao preporuku, koja može biti i proširena na procjenu nastavnika i koja odražava jedan od mogućih načina za razvijanje planiranja i provođenja fizikalnih eksperimenata u nastavi fizike za osmi razred osnovne škole. Prilikom izvođenja eksperimenata potrebno je posvetiti posebnu pažnju na sigurnost i podsticati da se izvode eksperimenti sa lako pristupačnim materijalima. Potrebno je da se insistira na metodičkom pristupu izradi fizikalnih zadataka. Prilikom rješavanja zadataka ponekad je neophodno primijeniti matematička znanja, kao što su rješavanje linearnih jednačina, računskih operacija sa stepenima, Pitagorine teoreme i odnosa stranica i uglova u trouglu. Potrebno je u nastavi prilikom uvođenja novih pojmova, zahtijevati opis pojmova na osnovu jezika svakodnevnice. Prilikom komuniciranja ideja o mehaničkim pojavama, treba učenike poticati da što više skiciraju dijagrame kretanja, kao i dijagrame sila, radi lakšeg shvatanja istih. Potrebno je učenicima omogućiti da što više komuniciraju o fizikalnim pojavama, kao i procesima.

Oblast: B/Mehanika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.8.1. Upoređuje temeljne kinematičke pojmove i tumači njihovo značenje.	• Međusobno razlikuje temeljne kinematičke pojmove u kontekstu primjera iz svakodnevnog života. • Interpretira značenje mjernih jedinica kinematičkih veličina. • Inetrpretira matematičke relacije kojima su prikazane definicije kinematičkih veličina.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.2.1. FIZ 1.2.2.**
B.8.2. Istražuje odabrana mehanička kretanja koristeći se kinematičkim veličinama.	• Opisuje i tumači mehanička kretanja tijela koristeći se verbalnim predstavljanjima, tabelama, grafikonima, stroboskopskim snimkama (dijagrami kretanja) i formulama. • Identificira iz digitalne videosnimke, grafikona ili tabelarnih podataka o kakvoj se vrsti mehaničkog kretanja radi.

	• Kombinuje pojmove položaja, pređenog puta i brzine prilikom kvantitativnog razmatranja pravolinijskog kretanja. • Kombinuje pojmove položaja, pređenog puta, trenutne brzine i ubrzanja prilikom kvantitativnog razmatranja ravnomjernog ubrzanog kretanja. • Eksperimentalno istražuje zakone kretanja u kontekstu najjednostavnijih kretanja. • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o primjenama zakona kinematike u kontekstu saobraćaja.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.2.2.**
Ključni sadržaji	
Kretanje, referentni sistem, položaj, pomak, putanja i pređeni put, kinematički opis kretanja, brzina, ravnomjerno pravolinijsko kretanje, ubrzanje, ravnomjerno promjenljivo pravolinijsko kretanje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Na početku učenja kinematike javlja se dosta poteškoća pri razlikovanju temeljnjih kinematičkih veličina, kao što su pređeni put i pomak, brzina i ubrzanje, kao i vremenski trenutak i vremenski period. Radi lakšeg usvajanja ovih pojmova preporučuje se da se pažljivo posmatraju kretanja tijela, da se mjeri položaj tijela u nekoliko vremenskih trenutaka, kao i računanje promjena položaja i drugih kinematičkih veličina tokom vremena. Za kvalitet nastave kinematike je također značajno podsticanje interpretiranja i kombinovanja različitih reprezentacija kretanja, poput dijagrama kretanja, tabelarnih, grafičkih, verbalnih i analitičkih (formule) predstavljanja. U okviru oblasti kinematike treba intenzivno prikupljati podsebnu pažnju treba posvetiti razumijevanju grafičkih prikaza i da učenici razumiju fizikalno značenje nagiba krive i površine ispod krive. Podatke o kretanju tijela analizirati i prikazivati ih. Pri tome se koristiti tabelama, formulama i grafikonima. Zbog toga je korisno uspostaviti korelaciju sa dijelom nastave Matematike, u kojoj učenici uče o matematičkim funkcijama i njihovom grafičkom predstavljanju. Veoma je značajna i korelacija sa dijelom nastave Informatike u kojem se uči kako koristiti računar radi boljeg predstavljanja i analize podataka. Oblast kinematike nudi mogućnost odgojnog djelovanja kroz primjenu zakona kinematike u kontekstu saobraćaja. Gdje god je to moguće, povezati fizikalne pojave sa stvarnim situacijama (vožnja bicikla, vožnja automobilom itd.). Pored doprinosa razvoju tjelesno-zdravstvene kompetencije, moguće je efikasno djelovati i na razvoj kompetencije korištenja informacijsko-komunikacijskih tehnologija, zatim razvoj matematičke kompetencije, kao i komunikacijsku kompetenciju.	
B.8.3. Istražuje kretanje tijela uzimajući u obzir međudjelovanje tijela i istražuje kružno kretanje tijela.	• Tumači osobinu inertnosti tijela koristeći se primjerima iz svakodnevnog života. • Eksperimentalno istražuje i tumači vezu između sile, mase i ubrzanja tijela. • Predviđa koju će vrstu kretanja izvoditi tijelo, na osnovu informacije o sili koja djeluje na tijelo i informacije o početnoj brzini tijela. • Crta i tumači dijagrame sila za pravolinijsko kretanje. • Koristi Newtonove zakone za rješavanje problema u različitim kontekstima u svakodnevnom životu. • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o primjenama zakona dinamike u kontekstu saobraćaja. • Eksperimentalno istražuje i tumači ravnomjerno kružno kretanje koristeći se klasičnim ili modernim tehnologijama (npr.video analiza stola za rulet). • Primjenjuje II Newtonov zakon na kružno kretanje. • Uspostavlja vezu između veličina kojim opisujemo pravolinijsko i kružno kretanje (npr. pomak-ugaoni pomak, linijska brzina-ugaona brzina, ubrzanje-ugaono ubrzanje).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.1.**

Ključni sadržaji	
Newtonovi zakoni dinamike, ravnomjerno kružno kretanje, centripetalna sila, gravitaciona sila, sila Zemljine teže, težina tijela, slobodan pad, bestežinsko stanje, trenje, sile trenja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Mnogi vjeruju da djelovanjem stalnom silom na određeno tijelo ima za posljedicu da se to tijelo kreće stalnom brzinom. Također se često miješa sila sa efektima djelovanja sile (ubrzanje, deformacija). Za prevazilaženje ovih vjerovanja nužno je opažanje djelovanja različitih sila na na jedno te isto tijelo, kao i djelovanje iste sile na tijelo veoma različitih masa. Pri tome je veoma važno povezati silu sa promjenom brzine tijela, te shvatiti da promjena brzine tijela (efekat djelovanja sile) zavisi i od mase tijela kao mjere inertnosti. Kada je u pitanju sila trenja, treba dati do znanja da u isto vrijeme imamo smanjenje sile pritiska između tijela i podloge, pa zbog toga sila trenja ne raste. Kada je riječ o kružnom kretanju, važno je da učenici prepoznaju da centripetalna sila nije nikakva posebna vrsta sile, već da je to rezultujuća sila koja djeluje prema centru krivine. Kružno kretanje je moguće situirati u kontekstu kretanja određenih nebeskih tijela (poput satelita i planeta). Kod izrade zadataka treba insistirati na korištenju dijagrama sila. Preporučljivo je da se težina tijela definiše kao sila kojom tijelo pritišće podlogu ili djeluje na tačku vješanja, a da se masa definiše kao fundamentalno svojstvo tijela. S obzirom da se kod izučavanja sila koriste dijagrami sila ,u tim kontekstima izražena je korelacija sa predmetom Matematika (operacije s vektorima). Kada je u pitanju gravitaciono međudjelovanje, kao i kružno kretanje, izražena je korelacija s predmetom Geografija (npr. smjena godišnjih doba, plima i oseka, kretanje nebeskih tijela). Pored toga moguća je i korelacija s predmetom Tehnička kultura prilikom izučavanja sile trenja u fizici i odgovarajućih primjena u tehnici. Detaljnom spoznajom pojma sile obezbjeđuju se uslovi za dublje primjene u oblasti sigurnosti u saobraćaju. Kada je u pitanju izučavanja sile trenja, ta tema je zgodna za diskusiju o mnogim primjerima primjene u tehnici svakodnevnom životu.	
B.8.4. Izvodi zaključke o prirodi i efektima gravitacionog međudjelovanja tijela.	• Razlikuje pojmove mase, težine i sile zemljine teže, te primjenjuje znanje o sili teže u jednostavnijim zadacima. • Objašnjava da je masa izvor gravitacionog polja. • Tumači gravitaciono međudjelovanje. • Analizira karakteristike gravitacionog polja Zemlje (gravitaciono ubrzanje iznosi približno 9,81 m/s2) i upoređuje ga s gravitacionim poljem Mjeseca. • Objašnjava karakteristike polja Zemljine teže i jednostavne primjere kretanja tijela u polju Zemljine teže (npr. slobodan pad). • Tumači težište tijela kao napadnu tačku rezultujuće sile Zemljine teže i ističe značaj položaja težišta za ravnotežu tijela. • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o primjenama znanja o gravitacionom polju Zemlje u tehnici i svakodnevnom životu (npr. plima i oseka, sateliti).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.3.**
B.8.5. Mjeri, opisuje i određuje silu trenja.	• Opisuje različite vrste trenja. • Objašnjava prirodu trenja. • Mjeri silu trenja i određuje koeficijent trenja. • Određuje eksperimentalno i matematički sile statičkog i trenja klizanja. • Objašnjava ulogu i značaj sile trenja u kontekstu primjera iz tehnologije i svakodnevnog života (npr. skijanje, sigurnost u saobraćaju, kočnice itd.).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.1.**

B.8.6. Tumači pojam pritiska i objašnjava efekte djelovanja ili promjene pritiska.	• Razlikuje značenje pojma pritiska u jeziku fizike i jeziku svakodnevnice. • Verbalno interpretira matematički izraz za različite mjerne jedinice za pritisak. • Objašnjava da je sila kojom tečnosti djeluje na neku površinu normalna na tu površinu, bez obzira na položaj koji površina zauzima. • Objašnjava efekte djelovanja pritiska ili promjene pritiska u različitim kontekstima (npr. pritisak u gumama, oštrice sječiva,...)
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.4.1.**
Ključni sadržaji	
Prenošenje pritiska kroz čvrsta tijela i fluide, Pascalov zakon, hidrostatički i atmosferski pritisak, mjerenje pritiska, potisak, Archimedesov zakon, hidraulična presa, gravitaciono polje, gravitaciono međudjelovanje i sl.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je što više povezivati nastavu sa svakodnevnim iskustvima i provoditi jednostavne eksperimente sa lako pristupačnim materijalima, jer često učenici miješaju pritisak i silu potiska. Npr. iskustva u vezi s ronjenjem mogu umnogome pomoći kod shvatanja pritiska koji osjetimo u ušima(zbog hidrostatičkog pritiska).Preporučuje se da učenici razumiju i navode primjere pritiska iz svakodnevnog života(krvni pritisak, pritisak u gumama, pritisak u balonima, pritisak u zraku i slično.). Veoma važna korelacija sa nastavom Biologije i Tjelesnog odgoja kod izučavanja krvnog pritiska ,kao i plivanja ribe. Zanimljivo je spomenuti efekte pritiska i promjene pritiska na ljudski organizam. Također kod izučavanja atmosferskog pritiska važna je korelacija s predmetom Geografija (npr. da atmosferski pritisak zavisi od nadmorske visine mjesta gdje se mjeri i od vremenskih prilika). Kada se izučava plivanje tijela, tj. ronjenje tijela ,to nudi mogućnost odgojnog djelovanja kada je u pitanju sigurnost prilikom ronjenja. Također se stvaraju dobri uslovi za razvijanje kreativno-produktivne kompetencije (npr. razvoj modela podmornice)ili kroz rješavanje eksperimentalnih zadataka (npr. predviđanje maksimalne težine tereta koji može da podnese neki model čamca i slično.).	
B.8.7. Istražuje osnovne zakonitosti statike fluida i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Objašnjava uzrok nastanka hidrostatičkog i atmosferskog pritiska. • Razlikuje prenošenje pritiska kroz čvrsta tijela, gasove i tečnosti, te analizira rad hidraulične prese. • Eksperimentalno istražuje i tumači silu potiska i uslove plivanja tijela. • Određuje atmosferski pritisak ,koristeći se barometrom sa živom. • Opisuje efekat pritiska ili promjene pritiska u konkretnim kontekstima (npr. snižavanje atmosferskog pritiska s povećanjem nadmorske visine, povećanje hidrostatičkog pritiska s dubinom fluida). • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o promjenama zakonitosti statike fluida u praksi (npr. brodovi, krvni pritisak).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.4.2.**
B.8.8. Analizira povezanost energije, rada i snage, te primjenjuje u raznovrsnim kontekstima.	• Razlikuje značenje pojmova energija, rad i snaga u jeziku fizike i jeziku svakodnevnog života, kao i opisuje veze između istih (npr. rad kao način mijenjanja energije tijela i snaga kao brzina vršenja rada.

	• Identifikuje različite izvore energije i dijeli ih na obnovljive i neobnovljive. • Identificira različite energetske resurse koji se mogu koristiti za snabdijevanje industrije domaćinstva energijom, te raspravlja o obnovljivim i neobnovljivim izvorima energije. • Uvodi i opisuje različite primarne oblike energije (Sunčeva energija, energija fosilnih goriva, nuklearna energija, energija vode, energija vjetra i geotermalna energija). • Objašnjava pojmove kinetičke i potencijalne energije, te identificira konkretne primjere ovih oblika energije (elastična potencijalna energija opruge ili gravitaciona potencijalna energija tijela).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.4.**
B.8.9. Opisuje pretvaranje energije i kritički procjenjuje problem ograničenih energetskih resursa.	• Opisuje pretvaranje energije u različitim kontekstima. • Tumači pojam energetske vrijednosti hrane i poveznice sa zdravim prehrambenim navikama. • Kritički procjenjuje različite mogućnosti uštede energije u kontekstu sopstvene svakodnevnice.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.4. FIZ 1.3.5.**
Ključni sadržaji	
Različiti oblici energije u prirodi, značaj energije, mehanička energija, promjena energije, zakon održanja ukupne energije, rad, snaga.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je objasniti razliku između pojma rad u mehanici i svakodnevnom životu. Kada je u pitanju pojam energije, važno je istaknuti da ona može biti pohranjena na različite načine (npr. u bateriji, nekoj sabijenoj opruzi, u zagrijanom tijelu, u tijelima koja se kreću, u tijelima koja se podignu na neku visinu itd.). Preporučuje se da učenici analiziraju snagu kućanskih aparata, te da uočavaju povezanost s potrošnjom električne energije. Također je potrebno da na velikom broju primjera razmotri pretvaranje energije iz jednog oblika u drugi. Moguća je korelacija sa Tjelesnim i zdravstvenim odgojem (npr. energetska vrijednost hrane i zdrave prehrambene navike, snaga mišića, itd.), sa Biologijom (npr. fotosinteza i pretvaranje svjetlosne u hemijsku energiju) i sa Hemijom (npr. energija iz fosilnih goriva). Ova tematska cjelina nudi mnogo mogućnosti za odgojno djelovanje, posebno u pogledu odgoja usmjerenog ka štednji energije (unapređivanje efikasnosti korištenja energije, npr. kroz korištenje LED sijalica), razvijanju zdravih prehrambenih navika. Razvijaju stavove o potrebi iznalaženja alternativnih izvora energije radi očuvanja okoline. Također je važno razvijati svijest o posebnom mjestu koje ima Sunce kao izvor energije.	
B.8.10. Eksperimentalno provjerava i primjenjuje zakon očuvanja energije u raznovrsnim kontekstima.	• Razlikuje zakon očuvanja energije i zakon očuvanja mehaničke energije. • Koristi zakon očuvanja energije u različitim kontekstima (npr. određivanje brzine tijela koje slobodno pada, tumačenje zlatnog pravila mehanike). • Eksperimentalno provjerava zakon očuvanja mehaničke energije. • Objašnjava da se energija ne može uništiti, ali se može degradirati (učiniti manje korisnom za vršenje rada).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.5.**

B.8.11. Identificira proste mehanizme i objašnjava njihov praktičan značaj na primjerima iz svakodnevnice.	• Opisuje od čega se sastoji mehanizam. • Objašnjava na koji način određeni prosti mehanizam čovjeku može olakšati rad i poredi ga sa drugim prostim mehanizmima. • Identifikuje proste mehanizme u kontekstu svakodnevnice (npr. kliješta, klackalica, poluga u džudu itd.). • Prikuplja i kritički razmatra informacije o primjenama prostih mehanizama u kontekstu historije i svakodnevnice (npr. pretpostavke o gradnji piramide itd.).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.6.**
B.8.12. Istražuje uslove ravnoteže na prostim mehanizmima i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Primjenjuje moment sile radi objašnjavanja jednostavnih situacija iz svakodnevnice i tehnike (princip rada otvarača za flaše i sl.). • Koristi eksperimentalni i matematički metod za izvođenje uslova ravnoteže za različite proste mehanizme). • Tumači primjenu prostih mehanizama iz perspektive zakona očuvanja mehaničke energije. • Primjenjuje znanje o uslovima ravnoteže na proste mehanizme za rješavanje kvalitativnih i jednostavnih kvantitativnih problema.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.6**
Ključni sadržaji	
Zakon ravnoteže na poluzi i strmoj ravni, primjena prostih mehanizama.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Preporučuje se da se svaka nastavna jedinica iz ove tematske cjeline obradi na sličan način: opisati od čega se sastoji mehanizam, istaknuti na koji način dati mehanizam čovjeku olakšava rad, identifikovati primjere primjene istog u svakodnevnom životu i istražiti kvantitativne zakonitosti vezane za primjenu datog mehanizma. Veoma je važno ukazati na činjenicu da prosti mehanizmi zadovoljavaju zakon očuvanja mehaničke energije. Moguće je ostvariti korelaciju sa Tehničkom kulturom (npr. analiza različitih sprava zasnovanih na radu prostih mehanizama), moguća poveznica sa Biologijom i Tjelesnim i zdravstvenim odgojem (npr. biomehanika i dizanje tegova), a moguća je i poveznica sa Historijom (npr. kako je razvoj mašina uticao na određena historijska dešavanja). Ova oblast je veoma pogodna za razvijanje vještine rješavanja problema u autentičnim kontekstima (npr. kako iskoristiti znanje fizike radi pomjeranja teških objekata). Kroz konstruktivne zadatke razvijaju se i kreativno-produktivne kompetencije.	

Oblast: C/Molekularna fizika i termodinamika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.8.1. Primjenjuje znanje o molekularnim silama i čestičnoj građi tvari radi analiziranja fizikalnih osobina, stanja i pojava.	• Analizira historijski razvoj predstave o građi materije. • Opisuje čestičnu strukturu tvari, te ističe odgovarajuće razlike (rastojanje između čestica, način kretanja čestica, međudjelovanje) između tijela u različitim agregatnim stanjima. • Koristi model tvari radi objašnjavanja određenih fizikalnih pojava (npr. difuzija i Brownovo kretanje) i makro osobine tijela (npr. stišljivost, mogućnost mijenjanja oblika.).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 2.1.1. FIZ 2.1.2.**

C.8.2. Analizira međupovezanost unutrašnje energije, toplote, temperature i rada i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Opisuje i razlikuje unutrašnju energiju, toplotu, količinu toplote i temperaturu. • Mjeri temperaturu i vrši pretvaranje između različitih jedinica za temperaturu. • Opisuje moguće načine promjene unutrašnje energije tijela koristeći se primjerima iz svakodnevnog života. • Upoređuje pojmove mehaničke energije i unutrašnje energije. • Analizira mogućnost pretvaranja toplotne energije u rad. • Određuje promjenu temperature tijela do koje dolazi dovođenjem, tj. odvođenjem određene količine toplote.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 2.2.1. FIZ 2.2.2.**
C.8.3. Objašnjava promjene agregatnog stanja tijela i kritički procjenjuje primjene kalorike u različitim kontekstima.	• Opisuje uslove pod kojima dolazi do promjene agregatnog stanja tijela (npr. zavisnost o temperaturi i pritisku). • Prepoznaje da prilikom promjene agregatnog stanja temperatura tijela ostaje konstantna. • Objašnjava pojmove toplote, smrzavanja, topljenja isparavanja i kondenzovanja. • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o primjenama prenošenja toplote (npr. kod sistema za centralno grijanje) i toplotnog širenja tijela (npr. princip rada termometra, anomalija vode). • Analizira značaj anomalije vode za živu prirodu. • Primjenjuje pojam toplotne izolacije u različitim kontekstima (npr. svakodnevno oblačenje, termos boca, termoizolacija u građevinarstvu).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 2.2.1. FIZ 2.2.2.**
Ključni sadržaji	
Čestični model tvari, molekuli, atomi, unutrašnja energija tijela , temperatura, količina toplote, specifični toplotni kapacitet, termičko širenje tijela, agregatna stanja tvari, promjena agregatnih stanja i prenošenje toplote.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kod izučavanja kalorike često učenici ne razlikuju npr. temperaturu i toplotu, kao i isparavanje i ključanje. Zato je potrebno omogućiti što više prilika za verbalno iskazivanje ideja. Potrebno je povezati promjenu zapremine tijela i pritiska gasa s građom tvari i promjenom temperature na primjerima stvarnih situacija i učenikovih iskustava jer to podiže motivaciju za učenje. Kada su u pitanju načini promjene unutrašnje energije tijela, treba razmotriti veći broj primjera gdje se unutrašnja energija mijenja toplotom, tj. radom. Prednost treba dati stvarnim eksperimentima koje češće treba da izvode upravo učenici, a moguće je koristiti i snimljene eksperimente. Moguća je poveznica sa Hemijom (model građe tvari), ali i sa Biologijom (npr. međumolekularne sile i kapilarne pojave, zatim značaj anomalije vode na živu prirodu). Primarna mogućnost odgojnog djelovanja se sastoji u razvijanju svijesti o efektu tzv. staklene bašte, S tim u vezi dodatna mogućnost odgojnog djelovanja je da shvate svrsishodnost slojevitog oblačenja u zimskim danima, a oblačenje svijetle i prozračne odjeće u ljetnim danima. Također, u okviru ove tematske cjeline moguće je odgojno djelovanje po pitanju kulture stanovanja (npr. energetska ušteda kroz toplotnu izolaciju).	

9. razred osnovne škole /68 nastavnih sati godišnje/

<table>
<tr><th colspan="2">Oblast: A/Fizika, društvo i tehnologija</th></tr>
<tr><th>Ishod učenja</th><th>Razrada ishoda</th></tr>
<tr><td>A.9.1. Planira i provodi fizikalne eksperimente, te predstavlja dobivene rezultate.</td><td>• Formuliše istraživačko pitanje.
• Prikuplja relevantne podatke.
• Predstavlja rezultate mjerenja analitički.
• Obrađuje podatke u numeričkoji/ili vizuelnoj formi.
• Prezentuje rezultate istraživanja tabelarno i grafički.
• Donosi zaključke eksperimentalnog istraživanja na osnovu rezultata mjerenja.</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.3.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ključni sadržaji</th></tr>
<tr><td colspan="2">Svi nastavni sadržaji predviđeni za izučavanje u devetom razredu.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</th></tr>
<tr><td colspan="2">Učenici učestvuju u eksperimentalnim istraživanjima fizikalnih pojava putem demonstracionih ogleda, laboratorijskog ili projektnog rada. Eksperimentalna istraživanja izvode se individualno, u paru ili u skupini. Bilo bi poželjno obezbjediti učešće u izvođenju slijedećih eksperimenata:
• Istražuje osobine magneta, uzajamno djelovanje dva magneta.
• Objašnjava magnetno polje Zemlje.
• Istražuje , opisuje i grafički prikazuje linije magnetnog polja.
• Ispituje učinak djelovanja električne struje na magnetsku iglu u prostoru provodnika. Istražuje oblik linija magnetnog polja pravolinijskog provodnika i zavojnice.
• Provjerava djelovanje magnetnog polja kod zavojnice sa i bez željezne jezgre.
• Istražuje kako magnetno polje djeluje na provodnik sa strujom.
• Razmatra uzajamno djelovanje dva pravolinijska provodnika.
• Istražuje uzroke nastanka inducirane struje.
• Putem jednostavnog modela objašnjava princip rada generatora .
• Istražuje uzajamnu indukciju .
• Objašnjava uzroke nastanka talasa, istražuje , opisuje i grafički prikazuje vrste talasa.
• Ispituje ponašanje talasa kada udari u prepreku, kao i ponašanje talasa na granici dvije sredine.
• Istražuje i objašnjava kako nastaje zvuk.
• Pravi razliku između tona i šuma.
• Ispituje da li se zvuk širi vakuumom.
• Ispituje i objašnjava odbijanje zvuka kao i primjenu ovog zakona Ispituje i objašnjava pojam i vrste naelektrisanja u prirodi, zatim načine naelektrisanja.
• Istražuje i objašnjava uzajamno djelovanje dva naelektrisanja.
• Posmatra i objašnjava princip rada elektroskopa, preporuka da učenici pokušaju samostalno napraviti elektoskop kako bi lakše usvojili osnovne dijelove elektroskopa.
• Uvodi pojam električnog polja i linija električnog polja, te koristi grafički prikaz istih.
• Objašnjava princip rada kondenzatora, kao i način vezivanja putem pločastih kondenzatora
• Mjerenje žižne daljine udubljenog ogledala i mjerenje žižne daljine sabirnog sočiva.
• Istražuje kola istosmjerne struje.
Ovu listu potrebno je shvatiti samo kao preporuku, koja može biti i proširena na procjenu nastavnika i koja odražava jedan od mogućih načina za razvijanje planiranja i provođenja fizikalnih eksperimenata u nastavi fizike za deveti razred osnovne škole.
Prilikom izvođenja eksperimenata potrebno je posvetiti posebnu pažnju na sigurnost i podsticati da se izvode eksperimenti sa lako pristupačnim materijalima. Preporučuje se da učenici izrade projekte: elektromotor, elektroskop, voćna baterija i eletromagnet. Potrebno je insistirati na pravilnom navođenju izvora informacija. Potrebno je u nastavi prilikom uvođenja novih pojmova, zahtijevati opis pojmova na osnovu jezika svakodnevnice.</td></tr>
</table>

A.9.2. Primjenjuje raznovrsne matematičke metode u opisu i rješavanju fizikalnih zadataka i problema.	• Tumači direktnu i obrnutu proporcionalnost u kontekstu sadržaja fizike devetog razreda. • Kreira i interpretira tabelarne i grafičke prikaze zavisnosti fizikalnih veličina. • Tumači, kombinuje i transformiše jednostavne matematičke izraze u kontekstu fizike. • Skicira i opisuje problemsku situaciju, identifikujući pri tome relevantna tijela, veličine i međuovisnosti veličina. • Modeluje fizikalni problem jezikom matematike; pretvara mjerne jedinice i računa traženu veličinu. • Evaluira smislenost rezultata dobivenog rješavanjem problema.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.2.**
Ključni sadržaji	
Svi nastavni sadržaji predviđeni za izučavanje u devetom razredu.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je da se insistira na metodičkom pristupu izradi fizikalnih zadataka. Prilikom rješavanja zadataka ponekad je neophodno primijeniti matematička znanja, kao što su rješavanje linearnih jednačina, računskih operacija sa stepenima, Pitagorine teoreme i odnosa stranica i uglova trougla.	
A.9.3. Koristi jezik i znanje fizike u kontekstima relevantnim za modernu svakodnevicu.	• Imenuje neke od najvećih izazova sa kojima se suočava moderni čovjek. • Navodi primjere primjene fizikalnih otkrića u rješavanju specifičnih problema u svakodnevnom životu. • Interpretira načine po kojima otkrića u fizici mogu doprinijeti rješavanju specifičnih problema u svakodnevnom životu.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.1.1. FIZ 5.2.3. FIZ 5.3.2.**
Ključni sadržaji	
Svi nastavni sadržaji predviđeni za izučavanje u devetom razredu.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je da se insistira na metodičkom pristupu izradi fizikalnih zadataka. Prilikom rješavanja zadataka ponekad je neophodno primijeniti matematička znanja, kao što su rješavanje linearnih jednačina, računskih operacija sa stepenima, Pitagorine teoreme i odnosa stranica i uglova trougla.	

Oblast: B/Mehanika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.9.1. Analizira pojam oscilacija i talasa, te primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Opisuje oscilacije kao periodične procese. • Navodi primjere periodičnog i oscilatornog kretanja iz svakodnevnog života. • Razlikuje pojam oscilacije od pojma talasa. • Određuje period, frekvenciju, elongaciju i amplitudu na primjerima oscilatornog kretanja. • Razlikuje osobine longitudinalnih i transverzalnih talasa. • Grafički predstavlja talasno kretanje pomoću talasnih površina i talasnih zraka. • Uspostavlja vezu između brzine, frekvencije, talasne dužine i amplitude talasa u kontekstu simulacija talasnog kretanja.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.1.1.**
B.9.2. Primjenjuje znanje o mehaničkim talasima u stvarnom životu.	• Uspostavlja kvalitativnu vezu između frekvencije i visine zvuka. • Uspostavlja kvalitativnu vezu između amplitude i glasnoće zvuka. • Upoređuje brzinu zvuka u čvrstim tvarima, tečnostima i gasovima. • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o primjenama zvučnih i ultrazvučnih talasa u biologiji, medicini, tehnici i svakodnevnici (npr. čulo sluha, zaštita od buke, ultrazvučna dijagnostika, čišćenje, razbijanje kamenca, sonar).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.1.2.**
Ključni sadržaji	
Periodično i oscilatorno kretanje, talasi, izvori talasa, vrste talasa, period, frekvencija i talasna dužina talasa, brzina širenja talasa, zvuk kao talas, brzina zvuka, grafički prikaz talasa; Period, frekvencija i talasna dužina talasa, brzina širenja talasa, zvuk kao talas, izvori zvuka, brzina zvuka ultrazvuk, infrazvuk, primjena, amplituda i elongacija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Fokus ove oblasti treba da se zasniva na uvođenju veličine koje služe za opis oscilatornog kretanja (npr. amplituda, period), što se učinkovito postiže korištenjem simulacija i/ili digitalne video analize oscilovanja tijela na opruzi. S tim u vezi na primjeru zvučnih talasa može se obrazložiti nastanak mehaničkih talasa, prenos energije i informacija putem talasa (model “emiter-sredina-prijemnik” zvuka), te međudjelovanja mehaničkih talasa sa različitim tvarima (apsorpcija, odbijanje). Poželjno je naglasiti veze i odnose između različitih grafičkih predstavljanja karakteristika zvučnih talasa (npr. talasne površine, zrake, sinusoide). Naposlijetku, neophodno je istaknuti i vezu između fizikalnih veličina kojima predstavljamo talase i osobina zvuka koje usvajamo čulom sluha (npr. glasnoća, visina).	

Oblast: D/Elektromagnetizam	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.9.1. Tumači pojave naelektrisavanja i razelektrisavanja tijela, te primjenjuje znanje o međudjelovanju električnih naboja.	• Navodi da su elektroni i protoni nosioci elementarnog naboja. • Objašnjava zašto tijelo mora imati tačno određenu vrijednost naelektrisanja, tj. interpretira električni naboj kao svojstvo tvari. • Objašnjava različite načine naelektrisavanja i razelektrisavanja makroskopskih tijela polazeći od znanja o građi tvari i od zakona očuvanja naelektrisanja. • Primjenjuje Kulonov (Coulomb) zakon rješavajući različite problemske zadatke. • Objašnjava razlike u osobinama provodnika, poluprovodnika i izolatora. • Objašnjava rad i primjenu elektroskopa.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.1.1.**
Ključni sadržaji	
Građa atoma, električni naboj, međudjelovanje naboja, naelektrisavanje tijela, električna influencija, elektroskop, zakon o održanju ukupnog naboja, Coulombov zakon.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Vidjeti preporuke za ostvarenje ishoda D.9.2.	
D.9.2. Tumači pojam elektrostatičkog polja i analizira istaknute pojave u elektrostatičkom polju.	• Opisuje električno polje tačkastog naboja koristeći se riječima i crtežima. • Razlikuje homogeno i radijalno električno polje, te tumači fizikalno značenje smjera i gustine linija električnog polja. • Navodi odgovaraju će izraze i mjerne jedinice električnog potencijala, napona i kapaciteta. • Uspostavlja vezu između električne potencijalne energije i električnog napona. • Analizira princip rada kondenzatora i njegove primjene u praksi, te objašnjava pojam električnog kapaciteta. • Određuje ekvivalentan kapacitet baterije koristeći shematski prikaz vezanih kondenzatora (redna i paralelna). • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o primjenama elektrostatike u svakodnevnici i tehnici (npr. princip rada gromobrana).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.2.1.**
Ključni sadržaji	
Električno polje, jačina električnog polja, električni potencijal i napon, električni kapacitet, kondenzatori i vezivanje kondenzatora, te princip rada gromobrana.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Informaciju o osobinama naelektrisanja, električnim osobinama materijala, procesu naelektrisavanja, međudjelovanju tačkastih naelektrisanja i poveznicama sa modelom građe tvari trebaju biti obuhvaćene i obrađene kroz model naelektrisanja(naboja). Model polja treba da precizno predstavlja prirodu pojma polja (npr. da posjeduje vektor jačine električnog polja u različitim tačkama prostora), pojam potencijala, značenje linija električnog polja, ideju da polje nije ograničenog dometa. Za lakšu diferencijaciju ova dva modela, potrebno je koristiti eksperimente sa lako dostupnim materijalima te povući paralele između pojmova homogenog električnog polja između ploča kondenzatora i gravitacionog polja unutar učionice. Poželjno je poticati učenike na prepoznavanje pojava u stvarnom životu kroz primjenu stečenog znanja.	

D.9.3. Tumači pojave naelektrisanja i razelektrisanja tijela, te pojave električne struje u čvrstim tijelima, tečnostima i gasovima.	• Identifikuje nosioce električne struje u čvrstim, tečnim i gasovitim tvarima. • Jasno definiše uzroke koji vode ka nastajanju istosmjerne struje. • Objašnjava posljedice proticanja električne struje kroz različita agregatna stanja. • Opisuje električnu struju kao usmjereno kretanje nosioca električnog naboja. • Objašnjava različita djelovanja električne struje (toplotno, hemijsko, magnetno).
Poveznice sa ZJNPP	

Ključni sadržaji

Električna struja, toplotno, hemijsko, magnetno djelovanje električne struje; Električno kolo i njegovi elementi, napon, jačina električne struje, Ohmov zakon za dio električnog kola, električni otpor, otpornici, vezivanje otpornika u električno kolo, prvo Kirchoffovo pravilo, Ohmov zakon za zatvoreno električno kolo. Džul-Lencov zakon, rad i snaga električne struje; Primjena efekata električne struje, opasnost i zaštita od električnog udara.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Najučestalije utvrđene zablude u okviru ove oblasti povezane su s vjerovanjem da je: baterija mjesto na kojem nastaju naboji, sijalica u jednostavnom strujnom kolu svijetli zbog sudara struja s različitih polova baterije i da se struja troši prilikom prolaska kroz sijalicu (potrošača). Zbog toga je u ovoj oblasti bitno od početka raditi na razvijanju prihvatljivog mentalnog modela strujnog kola koji razlikuje brzinu usmjerenog kretanja naboja i brzinu prenošenja energije kroz kolo, pri čemu naelektrisane čestice prenose energiju. Za ovaj model, od ključnog je značaja povezati energetske procese u unutrašnjem i vanjskom dijelu kola. Pri tome se zabluda o trošenju jačine struje na sijalici može "zamijeniti" idejom da se na sijalici "troši", tj. transformiše električna energija. Brzina transformacije energije na sijalici se može dovesti u vezu sa snagom sijalice. Potrebno je objasniti prednosti paralelnog povezivanja potrošača u domaćinstvu (međusobna neovisnost različitih potrošača). Razvijanje mentalnog modela o strujnom kolu moguće je efektivno sprovesti korištenjem (simulacija) eksperimenata i analogija (npr. lanac na biciklu ili strujanje vode kroz cijevi). Ova oblast je pogodna za ostvarivanje brojnih poveznica sa predmetom Tehnička kultura (npr. princip rada osigurača). Moguće su i poveznice sa predmetom Biologija (npr. prenošenje nervnih signala) i Historija (npr. kako su izumi u ovoj oblasti promijenili čovjekovu svakodnevnicu). Specifični doprinos odgojnom djelovanju unutar ove oblasti moguć je kroz sticanje znanja i vještina koje se odnose na opasnosti od strujnog udara, prevenciju strujnog udara, pružanje pomoći unesrećenom, te razmatranje opasnosti električnih vodova za ptice. Također se može značajno podsticati odgovornost u kontekstu sigurnog i korektnog ophođenja sa laboratorijskom opremom. Jako je poželjno, pored realnih, provoditi i virtuelne eksperimente, koji nude mogućnost demonstriranja pojmova poput kratkog spoja.

D.9.4. Prepoznaje i analizira istaknute pojave u električnom kolu istosmjerne struje, te samostalno sastavlja i evaluira električno kolo.	• Povezuje pojavu električne struje sa uspostavljanjem razlike potencijala na krajevima provodnika. • Prepoznaje jednostavna električna kola i njegove elemente, te sastavlja jednostavno strujno kolo koristeći iste. • Objašnjava zašto se ampermetar u strujno kolo spaja serijski, a voltmetar paralelno. • Razlikuje serijsku i paralelnu vezu elemenata strujnog kola, te navodi prednosti i nedostatke serijske i paralelne veze potrošača. • Određuje ukupan otpor serijski i paralelno spojenih potrošača koristeći datu shemu strujnog kola. • Određuje električni otpor različitih vodiča. Interpretira Omov (Ohm) zakon za dio strujnog kola i cijelo kolo.

	• Primjenjuje Kirhofovo (Kirchhoff) pravilo za struju u paralelnom spoju potrošača. • Opisuje karakteristike električne struje pomoću jačine električnog napona, električnog otpora i snage. • Izračunava količinu toplote koja se oslobodi u strujnom provodniku primjenjujući Džul-Lencov zakon.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.2.2.**

Ključni sadržaji

Električna struja, toplotno, hemijsko, magnetno djelovanje električne struje; Električno kolo i njegovi elementi, napon, jačina električne struje, Ohmov zakon za dio električnog kola, električni otpor, otpornici, vezivanje otpornika u električno kolo, prvo Kirchoffovo pravilo, Ohmov zakon za zatvoreno električno kolo. Džul-Lencov zakon, rad i snaga električne struje; Primjena efekata električne struje, opasnost i zaštita od električnog udara.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Jedan od ključnih fokusa u obrađivanje ove oblasti treba biti otklanjanje najučestalijih zabluda:
1. da je baterija mjesto na kojem nastaje naelektrisanje,
2. sijalica u jednostavnom strujnom kolu svijetli zbog sudara struja s različitih polova baterije,
3. da se struja troši prilikom prolaska kroz sijalicu (potrošača).

Ovo su ujedno i glavni razlozi zašto je bitno od početka raditi na razvijanju adekvatnog mentalnog modela strujnog kola koji razlikuje brzinu usmjerenog kretanja naelektrisanja i brzinu prenošenja energije kroz kolo, pri čemu naelektrisane čestice prenose energiju. Glavna osobina ovog modela je veza između energetskih procesa u unutrašnjem i vanjskom dijelu kola. Pri tome se zabluda o trošenju jačine struje na sijalici može "zamijeniti" idejom da se na sijalici "troši", tj. transformiše električna energija. Poželjno je istaknuti vezu između brzine transformacije energije na sijalici sa snagom sijalice. Potrebno je objasniti prednosti paralelnog povezivanja potrošača u domaćinstvu (međusobna neovisnost različitih potrošača). Učinkovitije razvijanje mentalnog modela o strujnom kolu moguće je sprovesti korištenjem (simulacija) eksperimenata i primjera iz svakodnevnog života.

D.9.5. Primjenjuje stečeno znanje za prepoznavanje i evaluiranje strujnih kola u autentičnim kontekstima u stvarnom životu.	• Razmatra sastav i princip rada različitih električnih izvora za dobivanje istosmjerne struje. • Analizira efekte proticanja električne struje kroz tvari. • Predlaže načine zaštite od električnog udara i načine pomoći unesrećenom. • Diskutuje o načinima uštede električne energije.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.2.2.**

Ključni sadržaji

Magnet, magnetno polje, magnetno polje Zemlje; Jačina magnetnog polja pravolinijskog provodnika i zavojnice, elektromagnet, Oerstedov (Oersted) eksperiment, Elektromagnetna indukcija, provodnik sa strujom u magnetnom polju, izvori naizmjenične struje, transformatori i generatori.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Najučinkovitiji način uvođenja pojma magnetnog polja je posredstvom eksperimenta. S tim u vezi, pojam linije magnetnog polja najlakše se može uvesti posredstvom eksperimenta gdje se veći boj magnetnih igala u prostoru orijentišu oko magneta. Za lakše formiranje jasnije slike o magnetnim pojavama neophodno je razvijanje svijesti i shvatanja principa rada osnovnih magneta. Na taj način se ujedno olakšava i samo shvatanje pojave magnetne influencije. Općenito govoreći, bitno je shvatiti vezu između električnog i magnetnog polja. Najbolji metod je korištenje analogija između Oerstedovog i Faradayevih ogleda. Pri tome je korisno uvesti i analogiju između zavojnice sa strujom i štapnog magneta. Poželjno je kroz simulacije ili eksperimente detaljno prodiskutovati različite načine induciranja napona, te omogućiti primjenu Lenzovog pravila za određivanje smjera inducirane struje.

D.9.6. Razmatra osobine stalnih magneta i tumači pojam magnetnog polja.	• Identifikuje magnet kao dipol, sa sjevernim i južnim magnetnim polom. • Razlikuje stalne i privremene magnete. • Objašnjava djelovanje magnetnog polja Zemlje na iglu kompasa. • Analizira ponašanje raznovrsnih materijala u magnetnom polju.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.3.1.**
D.9.7. Primjenjuje znanja o magnetnim efektima električne struje i djelovanju magnetnog polja na naboj u kretanju.	• Povezuje nastanak magnetnog polja sa električnim nabojima u kretanju (Oerstedov /Oersted/ eksperiment). • Skicira magnetno polje pravolinijskog i kružnog provodnika, te magnetno polje zavojnice. • Objašnjava primjenu elektromagneta na primjerima iz svakodnevnog života. • Opisuje ponašanje provodnika sa strujom u magnetnom polju. • Uspoređuje Lorencovu (Lorentz) i Amperovu (Amper) silu.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.3.2.**
D.9.8. Razmatra pojavu elektromagnetne indukcije i kritički procjenjuje mogućnosti njene primjene u praksi.	• Povezuje nastanak naizmjenične struje sa pojavom elektromagnetne indukcije. • Prepoznaje različite načine promjene magnetnog fluksa. • Tumači Faradejev zakon i Lencovo (Lenz) pravilo kod elektromagnetne indukcije. • Analizira princip rada električnog generatora, transformatora i elektromotora. • Imenuje glavne dijelove transformatora. • Objašnjava sistem prenosa električne energije od izvora do potrošača.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.3.3.**

Ključni sadržaji

Magnet, magnetno polje, magnetno polje Zemlje; Jačina magnetnog polja pravolinijskog provodnika i zavojnice, elektromagnet, Oerstedov (Oersted) eksperiment; Elektromagnetna indukcija, provodnik sa strujom u magnetnom polju, izvori naizmjenične struje, transformatori i generatori.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Preporuka je da se nastava zasnuje na demonstracionim eksperimentima, te da se na bazi tih eksperimenata uvede i pojam magnetnog polja. Posredstvom orijentacije velikog broja magnetnih igli u prostoru oko magneta mogu se uvesti i linije magnetnog polja. Za kreiranje predstave o magnetnim pojavama bitno je i razvijanje svijesti o elementarnim magnetima. Na taj način olakšava se npr. shvatanje magnetne influencije. Općenito, značajno je shvatiti vezu između električnog polja i magnetskog polja, tj. između Oerstedovog i Faradayevih ogleda. Pri tome je korisno uvesti analogiju između zavojnice sa strujom i štapnog magneta. Poželjno je kroz misaone procese ili realne eksperimente detaljno prodiskutovati različite načine induciranja napona, te omogućiti kroz raznovrsne eksperimente primjenu Lenzovog pravila za određivanje smjera inducirane struje. Moguće je ostvarivanje poveznica sa Geografijom (npr. polarna svjetlost) i Tehničkom kulturom (npr. elektromotor, zvučnik, mikrofon, korištenje elektromagneta u raznim uređajima). Specifične mogućnosti odgojnog djelovanja unutar ove teme odnose se na ukazivanje koristi kompasa za orijentaciju u prostoru. U tom kontekstu je moguće diskutovati kako je kompas odigrao značajnu ulogu u geografskim otkrićima i time utjecao na razvijanje suvremene slike svijeta. Također se kroz primjere iz historije fizike (npr. Oerstedov ogled) može jasnije prikazati sama priroda naučnog spoznavanja stvarnosti u kojoj je ponekada i faktor slučajnosti mogao igrati bitnu ulogu. Najzad, treba prodiskutovati kako je otkriće elektromotora utjecalo na olakšavanje vršenja rada.

Oblast: E/Optika i moderna fizika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
E.9.1. Analizira elektromagnetne talase i pojam svjetlosti.	• Analizira pojam svjetlosti. • Upoređuje svjetlost, zvuk i ostale elektromagnetne talase. • Objašnjava kako nastaje slika.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.2.**
Ključni sadržaji	
Izvori, prostiranje, brzina svjetlosti, priroda svjetlosti, tamna komora, odbijanje svjetlosti od ravnog ogledala, sferno ogledalo, karakteristični elementi i zraci, jednačina preslikavanja, zakon prelamanja svjetlosti, optičke leće, karakteristični elementi i zraci, jednačina preslikavanja, boje, disperzija svjetlosti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Važno je objasniti kako se prostire svjetlost, kojom brzinom i šta je posljedica takvog kretanja. Čovjek predmete oko sebe vidi tako što svjetlost od tih predmeta dolazi do našeg oka, pri čemu veliki značaj pripada difuznom odbijanju svjetlosti. Pri tome boja predmeta ovisi o frekvenciji svjetlosnih talasa koji od predmeta dolaze do našeg oka. Značajna veza se ostvaruje sa predmetima biologija, geografija, matematika.	
E.9.2. Primjenjuje zakone geometrijske optike i otkriva njihov značaj u svakodnevnom životu.	• Objašnjava pojavu sjene i polusjene, pomračenje Sunca i Mjeseca. • Konstruiše jednostavne optičke uređaje (periskop). • Objašnjava nastanak slike kod ogledala i sočiva. • Razumije primjenu zakona optike u optičkim instrumentima.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.2.**
Ključni sadržaji	
Struktura atoma, sile u atomu, prirodna i vještačka radioaktivnost, nastanak i evolucija Svemira, nebeska tijela i strukture u Svemiru.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Važno je istaknuti značaj historijskog razvoja modela atoma, ali i opisati atom kako ga danas opisuje moderna fizika. Objasniti pojam radioaktivnosti i primjenu zračenja danas. Bitno je istaknuti statistički karakter procesa koji se odvijaju kod radioaktivnog raspada, te ukazati na ključne posljedice interakcije zračenja sa materijom (npr. promjene genetskog materijala). Kada je u pitanju učenje o Svemiru, cilj je doprinijeti razvoju moderne, naučno utemeljene slike svijeta. Također se kroz izučavanje ove teme trebaju razvijati stavovi o tome da je fizika i dalje "živa", moderna nauka, koja se kontinuirano razvija. Zajedničko za sve spomenute teme moderne fizike je to da su učenici najčešće jako zainteresovani za njihovo samostalno istraživanje, te je ova tematska cjelina pogodna za samostalno istraživanje i učeničke prezentacije. Kroz učenje o nuklearnoj fizici omogućava se kompetentnije odlučivanje o određenim aktualnim pitanjima, poput potrebe za gradnjom nuklearnih elektrana, čime se doprinosi razvoju demokratije. U tom kontekstu upoznati se sa pozitivnim i negativnim aspektima razvoja tehnologije (npr. nuklearna energija i opasnost nuklearnog uništenja).	
E.9.3. Objašnjava različite modele atoma.	• Opisuje građu atoma. • Objašnjava historijski razvoj ideja o atomu.
Poveznice sa ZJNPP	
E.9.4. Tumači jednostavne nuklearne procese i analizira posljedice razvoja nuklearne fizike.	• Razlikuje prirodnu i vještačku radioaktivnost. • Objašnjava vrste zračenja i prirodu radioaktivnih zraka. • Tumači nuklearnu fisiju i fuziju. • Procjenjuje mjere zaštite od nuklearnog zračenja.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.3.3.**

E.9.5. Objašnjava nastanak Svemira, opisuje njegov sastav i strukturu.	• Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o historijskom razvoju ideje o nastanku i evoluciji Svemira. • Opisuje vrste nebeskih tijela. • Opisuje načine orijentacije u prostoru na osnovu poznatih sazviježđa.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.4.1. FIZ 4.4.2.**
Ključni sadržaji	
Prirodna radioaktivnost, nuklearne reakcije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kada je u pitanju učenje o Svemiru, cilj je doprinijeti razvoju moderne, naučno utemeljene slike svijeta. Također se kroz izučavanje ove teme trebaju razvijati stavovi o tome da je fizika i dalje "živa", moderna nauka, koja se kontinuirano razvija. Zajedničko za sve spomenute teme moderne fizike je to da su učenici najčešće jako zainteresovani za njihovo samostalno istraživanje, te je ova tematska cjelina pogodna za samostalno istraživanje i učeničke prezentacije. Kroz učenje o nuklearnoj fizici omogućava se kompetentnije odlučivanje o određenim aktualnim pitanjima, poput potrebe za gradnjom nuklearnih elektrana, čime se doprinosi razvoju demokratije. U tom kontekstu upoznati se sa pozitivnim i negativnim aspektima razvoja tehnologije (npr. nuklearna energija i opasnost nuklearnog uništenja).	

GIMNAZIJA

1. razred gimnazije /70 nastavnih sati godišnje/

Oblast: A/Fizika, društvo i tehnologija	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.I.1. Kritički razmatra historiju fizike i interpretira prirodu fizike.	• Prepoznaje trenutna naučna razumijevanja o fizikalnim pojavama. • Opisuje ulogu posmatranja u spoznaji fizikalnih ideja. • Opisuje historijski razvoj fizikalnih ideja. • Interpretira fiziku kao jednu vrstu društvene aktivnosti za koju su jednako bitni i empirija i kreativnost naučnika. • Objašnjava pojam modela i razvoj fizike. • Diskutuje o razvoju fizikalnih ideja. • Raspravlja i istražuje o uzročno-posljedičnim odnosima u prirodi. • Analizira uticaj društveno-ekonomskih i drugih faktora na razvoj fizikalnih ideja. • Analizira historijski razvoj fizike, njeno mjesto u hijerarhiji nauka i uticaj koji fizika ima na razvijanje slike svijeta i civilizacijske vrijednosti uopće. • Evaluira razvoj fizikalnih ideja kroz određene historijske kontekste.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.1.1. FIZ 5.1.2.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u prvom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U osnovnoj školi se o prirodi po prvi put eksplicitno uči u sedmom razredu osnovne škole, a od nastavnika se očekuje da tokom cjelokupnog osnovnoškolskog obrazovanja kreira situacije koje zahtijevaju primjenu stečenih kompetencija. U gimnaziji se očekuje razvijanje dubljeg razumijevanja prirode fizike. Treba imati u vidu da se gimnazijskoj nastavi fizike pristupa sa brojnim miskoncepcijama o prirodi fizikalnog znanja (npr. "znanje fizike se više ne razvija i skup je neuvezanih činjenica"), o mogućnostima fizike (npr. "fizika može riješiti sve probleme čovječanstva", "fizika nije uopšte povezana sa svakodnevnicom". Preporučuje se eksplicitno, tj. direktno poučavanje o prirodi fizike kroz koje treba napraviti osvrt na sve gore navedene kategorije miskoncepcija. Pri tome je poželjno u nastavu uključiti odgovarajuće primjere iz historije fizike, kao i aktivnost refleksivnog promišljanja o situacijama koje mogu aktivirati miskoncepcije. Postoje mogućnosti kreiranja poveznica sa predmetima iz oblasti prirodnih nauka po pitanju tematike "prirode prirodnih nauka", gdje god je moguće napraviti povezicu sa biologijom, hemijom, geografijom poželjno je radi stvaranja jedinstvene naučno utemeljene slike svijeta.	
A.I.2. Diskutuje o fizikalnim sadržajima, metodama i istraživanjima koristeći se raznovrsnim prikazima i izvorima znanja.	• Prikuplja i obrađuje podatke koristeći raznovrsne izvore i tehnologije. • Predstavlja podatke /relacije koristeći se različitim reprezentacijama (npr. riječi, crteži, grafikoni, tabele, matematički izrazi). • Izvršava operacije nad vektorima (slaganje, razlaganje, skalarni i vektorski proizvod) u kontekstu opisivanja i rješavanja fizikalnih zadataka i problema. • Koristi matematičke funkcije i geometrijske zakonitosti u kontekstu rješavanja fizikalnih zadataka i problema.

	• Dizajnira eksperiment uz adekvatne mjere opreza i donosi zaključke eksperimentalnog istraživanja na osnovu rezultata mjerenja. • Računa i analizira mjerne greške. • Kritički razmatra izbor eksperimentalnih metoda i predlaže poboljšanje eksperimenta polazeći od dizajna, metoda, obrade podataka.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.2. FIZ 5.2.3.**
Ključni sadržaji	
Fizikalne veličine i mjerne jedinice, skalarne i vektorske veličine, greške pri mjerenju, predmet proučavanja fizike i metode, model, hipoteza, posmatranje, eksperiment, teorija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U osnovnoj školi se o metodama fizike po prvi put eksplicitno uči u sedmom razredu osnovne škole, a od nastavnika/ca se očekuje da tokom cjelokupnog osnovnoškolskog obrazovanja kreira situacije koje zahtijevaju primjenu stečenih kompetencija. U gimnaziji se očekuje intenzivnije korištenje matematičkog aparata. Treba imati u vidu da se i gimnazijskoj nastavi fizike pristupa sa brojnim miskoncepcijama o istraživanjima u fizici (npr. "fizikalno istraživanje mora sadržavati i eksperiment", "postoji istraživački algoritam kojeg koriste svi fizičari") i terminologiji fizike (npr. "hipoteza je nagađanje" ili miješanje zapažanja i zaključaka).Potrebno je razvijati u kompetencije u oblasti dizajniranja i evaluiranja fizikalnih istraživanja, te naučnog pristupanja interpretaciji podataka i dokaza. Naročitu pažnju valja posvetiti značaju kontroliranja varijabli. U tom smislu se preporučuje u ovoj, ali i svim ostalim tematskim cjelinama u gimnazijskom obrazovanju, uključivati zadatke koji nalikuju PISA zadacima koji provjeravaju epistemološko znanje fizike. Jako korisna aktivnost može se sastojati i u dubinskom evaluiranju manjeg broja planova istraživanja i izvještaja o provedenim istraživanjima, pri čemu treba evaluirati kako primjere dobre, tako i primjere loše prakse. Kada je u pitanju korištenje matematičkog metoda, treba imati u vidu da većina prvobitno ne razumije svrhu korištenja vektora, niti zna vršiti operacije sa vektorima. Potrebno je u naučiti da razlikuje vektor, intenzitet vektora (uvijek pozitivan skalar) i komponentu vektora (skalar koji može biti i negativan). Također, često se ne razumije ni pojam funkcije i postoji problem prelaska sa tipičnih matematičkih notacija u kojima je x obično nezavisna varijabla, na fizikalne notacije u kojima je x često zavisna varijabla. Sve navedene poteškoće preporučljivo je rješavati kroz rješavanje pažljivo odabranih zadataka u kontekstu fizike (npr. verbalno interpretiranje x (t) grafa). Kada je u pitanju trigonometrijska funkcija, dovoljno je zadržati se na definiciji i primjeni osnovnih trigonometrijskih funkcija. Postoje mogućnosti kreiranja poveznica sa predmetima iz oblasti prirodnih nauka po pitanju naučnog metoda. Tu je potrebno obezbijediti konzistentno korištenje terminologije (npr. hipoteza, model, teorija) u različitim predmetima. Postoje i značajne poveznice sa Matematikom, po pitanju korištenja vektora i elementarnih funkcija.	
A.I.3. Planira i provodi fizikalne eksperimente, te predstavlja dobivene rezultate.	• Provodi samostalno eksperimentalna istraživanja otvorenog tipa: identifikuje predmet istraživanja, prikuplja relevantne podatke, kreira modele, bira metode istraživanja, te analizira i prezentira rezultate istraživanja. • Računa i analizira mjerne pogreške. • Evaluira izbor eksperimentalnih metoda polazeći od procjene nedostataka eksperimentalne postavke i poteškoća u mjerenju. • Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta. • Prikuplja i obrađuje podatke koristeći se modernim tehnologijama (npr. software za obradu podataka, digitalna videoanaliza, senzori).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.3.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u prvom razredu gimnazije.	

Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenici učestvuju u eksperimentalnim istraživanjima fizikalnih pojava putem demonstracionih ogleda, laboratorijskog ili projektnog rada. Eksperimentalna istraživanja izvode se individualno, u paru ili u skupini. Predloženi eksperimenti: • Istražuje ravnomjerna i promjenjiva kretanja (uvođenje trenutne brzine) - senzor pokreta, detektora kretanja ili simulacije. • Istražuje pravac brzine pri kretanju po kružnici. • Provjera drugog Newtonovog zakona. • Istražuje kretanja pod djelovanjem stalne sile. • Ispituje centripetalnu silu. • Mjeri vrijeme reakcije. • Istražuje elastičnu silu i mjeri konstantu opruge. • Istražuje silu trenja. • Mjeri koeficijente statičkog i dinamičkog trenja. • Primjenjuje zakon očuvanja energije. • Primjenjuje zakon očuvanja količine kretanja. • Istražuje kretanja nebeskih tijela pomoću simulacije. • Određuje ubrzanje Zemljine teže kod slobodnog pada. • Istražuje ovisnost dometa horizontalnoga hitca o početnoj brzini. Ovu listu potrebno je shvatiti samo kao preporuku, koja može biti i proširena na procjenu nastavnika i koja odražava jedan od mogućih načina za razvijanje planiranja i provođenja fizikalnih eksperimenata u nastavi fizike za prvi razred gimnazije. Prilikom izvođenja eksperimenata potrebno je posvetiti posebnu pažnju na sigurnost i podsticati da se izvode eksperimenti sa lako pristupačnim materijalima. Potrebno je insistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.	
A.I.4. Primjenjuje raznovrsne matematičke metode u opisu i rješavanju fizikalnih zadataka i problema.	• Izvršava operacije nad vektorima (slaganje, razlaganje, množenje vektora skalarom, skalarni i vektorski proizvod dva vektora) u kontekstu opisivanja i rješavanja fizikalnih problema. • Koristi linearnu i kvadratnu funkciju u kontekstu rješavanja fizikalnih problema. • Rješava aproksimacijske i kontekstualno bogate (raznolike) probleme, te općenito probleme koji zahtijevaju kombinovanje većeg broja relacija. • Kritički se odnosi prema postavci i rješenju problema, te razlikuje relevantne od irelevantnih informacija. • Izvodi opći (simbolički) izraz za nepoznatu fizikalnu veličinu. • Predlaže vlastite primjere fizikalnih problema.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.2.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u prvom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je insistirati na metodičkom pristupu izradi fizikalnih zadataka: vizualizacija, fizikalna rasprava, kreiranje i implementacija matematičkog plana, kritički osvrt na rješenje zadatka. Kod zadataka iz mehanike podsticati da korištenje dijagrame sile i dijagrama kretanja. Kod računskih zadataka koristiti znanja o rješavanju sistema jednačina sa više nepoznatih i kvadratnih jednačina. Koristiti znanja iz geometrije za rješavanje zadataka u kontekstu strme ravni. Ishod "raznovrsne matematičke metode u kontekstu fizike" primjenjuje se na sadržajima svih ostalih ishoda uglavnom kroz rješavanje zadataka i problema srednje složenosti koji su opisani u poglavlju Učenje i poučavanje. Zadatke i probleme veće složenosti treba primjenjivati samo u nekim ishodima i kao poticaj darovitim učenicima.	

A.I.5. Koristi jezik i znanje fizike u kontekstima relevantnim za modernu svakodnevicu.	• Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i procese pozivajući se na osnovne principe fizike i koristeći vokabular fizike. • Koristi raznovrsne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. • Tumači i koristi raznovrsne opće (riječi, crteži, grafikoni, tabele, matematički izrazi, makete, simulacije, video-snimci) i oblasno-specifične reprezentacije (dijagrame sila, dijagrame kretanja i energetske dijagrame) fizikalnih sadržaja i procesa. • Izvještava o rezultatima svoga rada na način koji je prikladan karakteristikama ciljne publike, pri čemu je komuniciranje ideja potkrijepljeno čvrstim naučnim argumentima.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.3. FIZ 5.3.2.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u prvom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je u nastavi, kod uvođenja novih pojmova zahtijevati opis shvatanja pojmova na osnovu jezika svakodnevnice, kako bi se uočile eventualne jezičke miskoncepcije i omogućio proces konceptualne promjene. Treba insistirati na kombiniranju velikog broja različitih prikaza informacija i na aktivnostima prevođenja jednih prikaza u druge. Također, potrebno je priuštiti brojne prilike za komuniciranje o fizikalnim pojavama i procesima – bilo da se radi o diskutiranju o ishodima eksperimenta, prezentiranju seminarskog rada ili pisanju pripreme za eksperimentalni rad. Prilikom komuniciranja ideja o mehaničkim pojavama treba ohrabrivati skiciranje dijagrama kretanja i dijagrama sila.	

Oblast: B/Mehanika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.I.1. Interpretira i analizira značenja i odnose između osnovnih kinematičkih veličina.	• Razlikuje vektor položaja i pomaka, putanju i put, brzinu i ubrzanje tijela, te translatorno i rotaciono kretanje u konkretnim primjerima iz svakodnevnice. • Interpretira skalarnu ili vektorsku prirodu kinematičkih veličina, te predstavlja kinematičke veličine grafičkom metodom. • Opisuje pojam relativnosti kretanja kroz primjere. • Evaluira veze i odnose između pojmova trenutne brzine, srednje brzine i srednje putne brzine, te objašnjava da trenutna brzina uvijek ima pravac tangente u datoj tački putanje.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.2.1.**
Ključni sadržaji	
Referentno tijelo, referentni sistem, radijus vektor, pomak, put, brzina, ubrzanje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U gimnaziji se u većoj mjeri uvažava vektorska priroda pojedinih kinematičkih veličina u odnosu na osnovnoškolski pristup. Učenici ne prave jasnu razliku između pojmova položaja tijela (tačke u referentnom sistemu) i njegovog pređenog puta (dužine putanje tijela), potrebno je objasniti na primjeru kretanja koje se ne odvija samo u jednom smjeru. Učenici znaju generalizirati ovaj specijalni slučaj što im otežava razumijevanje kretanja tijela koje se odvija u dvije ili tri dimenzije. Kod učenika često postoji shvatanje da intenzitet vektora pomaka određuje veličinu pređenog puta. Potrebno je dati primjere iz kojih se može uvidjeti da intenzitet vektora pomaka može biti jednak, ali i različit od pređenog puta. Također, ukupni vektor pomaka može biti	

jednak nuli, iako je pređeni put različit od nule (kretanje tijela iz tačke A u B i nazad). Objasniti srednju i trenutnu brzinu. Najčešće se pod pojmom „ubrzanje“ podrazumijeva prirast brzine bez da se razmatra vremenski interval u kojem je došlo do tog prirasta. Veličina ubrzanja se pri tome određuje samo kroz poređenje početnog i krajnjeg stanja sistema. Posljedica ovakvog shvatanja pojma ubrzanja jeste povezivanje velikog ubrzanja sa velikim postignutim krajnjim brzinama i stav da je nemoguće govoriti o ubrzanju u nekom vremenskom trenutku, iz tog razloga je potrebno objasniti srednju i trenutnu akceleraciju. Učenici također nerijetko ne vide suštinsku razliku između pojmova ubrzanja i brzine, te su mišljenja da je ubrzanje proporcionalno brzini (što je veća brzina tijela veće je i njegovo ubrzanje), te im je važno na konkretnom primjeru objasniti tu razliku Radi prevazilaženja pomenutih poteškoća preporučuje se kombiniranje velikog broja reprezentacija: riječi, crteža (dijagrama kretanja), grafikona i formula. Naročito je korisna aktivnost predstavljanja kretanja dijagramom kretanja, tj. nekom vrstom stroboskopskog snimka unutar kojeg se nanose vektori brzine i/ili ubrzanja. Ove aktivnost potrebno je obavezno popratiti intenzivnim verbalnim objašnjenjima.	
B.I.2. Analizira pravolinijska kretanja i primjenjuje ih na primjerima iz svakodnevnice.	• Eksperimentalno istražuje i opisuje zakon puta kod pravolinijskih kretanja. • Kreira različite reprezentacije (npr. dijagram kretanja, tabela, grafikon, formule) za predstavljanje zakonitosti pravolinijskog kretanja tijela, te uspostavlja veze između različitih reprezentacija. • Kvalitativno i kvantitativno analizira s-t, v-t i a-t grafikone (npr. nagib, površina ispod krive, uspostavljanje veza među kinematičkim veličinama). • Rješava relativno složene teorijske i praktične probleme u kontekstu pravolinijskih kretanja.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.2.2.**
Ključni sadržaji	
Ravnomjerno pravolinijsko kretanje, promjenjivo pravolinijsko kretanje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je uočiti miskoncepcije o pravolinijskim kretanjima npr. shvatanje grafa pravolinijskog kretanja kao “slike kretanja”, zato je važno interpretirati grafičko prikazivanje pravolinijskih kretanja (s-t, v-t, a-t grafički prikazi). Također, interpretirati put kao površinu između v-t grafičkog prikaza i osi apscisa, promjenu brzine kao površinu u a-t grafičkom prikazu. Primjenjivati algebarski izraz za brzinu pri ravnomjerno promjenjivom kretanju, ovisnost brzine o putu tokom ravnomjerno promjenjivog kretanja. Uvesti ravnomjerno ubrzano kretanje s početnom brzinom kao i ravnomjerno usporeno kretanje uz primjere. Preporučuje se prednost uvijek dati stvarnim ogledima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, ali i kretanje analizirati korištenjem digitalnih alata (Tracker, Micro Bit i slično) ili simulacija. Podizanje motivacije za učenje i povećanja relevantnosti sadržaja za učenike potrebno je fizikalne pojave (kretanje) povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima.	
B.I.3. Istražuje složena kretanja i primjenjuje ih na primjerima iz svakodnevnice.	• Razlikuje pravolinijska i složena kretanja, te u tom kontekstu ističe princip nezavisnosti kretanja. • Koristi raznovrsne tehnologije/pristupe (npr. digitalna video analiza) za istraživanje složenih kretanja. • Povezuje izgled putanje sa promjenom vektora brzine tokom vremena. • Kreira različite reprezentacije (dijagram kretanja, tabela, grafikon, formule) za predstavljanje zakonitosti složenog kretanja tijela, te uspostavlja veze između različitih reprezentacija. • Rješava kvalitativne i kvantitativne fizikalne probleme koji uključuju složena kretanja.

	• Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o složenim kretanjima u raznovrsnim kontekstima (npr. sport). • Analizira kvalitativnom i kvantitativnom metodom složena kretanja u gravitacionom polju.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.2.2.**
Ključni sadržaji	
Relativnost kretanja, kretanja u gravitacionom polju, pravac brzine pri kretanju po krivoj liniji.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kada je su u pitanju složena kretanje potrebno ih je nadovezati na pravolinijska kretanja, pažljivim uvođenjem principa nezavisnosti kretanja. Važno je da se složena kretanja demonstriraju ili da se koriste simulacije/ video snimci samih kretanja. Podizanja motivacije za učenje i povećanja relevantnosti sadržaja za učenike potrebno je kretanje povezati sa stvarnim situacijama (šut u košarci, paket izbačen iz aviona, kretanja projektila) i učenikovim iskustvima (praćka, sport). Ustaljeno je shvatanje da je ubrzanje tijela, kada ono dostigne najvišu tačku pri vertikalnom hicu naviše, jednako nuli, također se često kroz nastavu kod učenika stvori utisak da je ubrzanje po smjeru uvijek jednako smjeru brzine kroz problemsku situaciju pokušati prevazići miskoncepcije. Za matematički opis složenih kretanja koriste se trigonometrijske funkcije, pri čemu treba voditi računa da je njihova upotreba ograničena na definiciju funkcija i najjednostavnije primjene. Postoji mogućnost kreiranja značajnih poveznica sa predmetom Matematika, posebno po pitanju korištenja vektora, kvadratne funkcije i osnovnih trigonometrijskih funkcija. Preporučuje se kreiranje plana korištenja pomenutih funkcija u fizici u uskoj suradnji sa predmetnim nastavnikom/com matematike. Ova tematska cjelina može značajno doprinijeti razvijanju čitalačke pismenosti, kroz podsticanje povezivanja i kombiniranja različitih načina predstavljanja informacija (npr. tekst, grafikone, dijagram).	
B.I.4. Analizira pojam sile i efekte djelovanja sile na primjerima iz svakodnevnice.	• Analizira historijski razvoj ideja o pojmu sile. • Primjenjuje grafički metod slaganja i razlaganja većeg broja kolinearnih i nekolinearnih sila. • Objašnjava vezu između djelovanja sile i kretanja tijela na konkretnim primjerima. • Rješava problemske situacije iz svakodnevnog života u kontekstu sila i efekata djelovanja sila. • Istražuje eksperimentalnim putem vezu između rezultujuće sile koja djeluje na tijelo i promjene impulsa tijela. • Rješava probleme u poznatom i nepoznatom kontekstu primjenom znanja o silama i njihovim efektima. • Kritički prosuđuje načine po kojima sile i njihovi efekti mogu doprinijeti rješavanju specifičnih problema u svakodnevnom životu. • Koristi I, II i III Njutnov zakon radi rješavanja teorijskih i praktičnih problema u kontekstu pravolinijskih i složenih kretanja.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.1.**
Ključni sadržaji	
Newtnovi zakoni, slaganje i razlaganje sila, težina tijela, sila reakcije podloge, sila trenja, trenje klizanja i kotrljanja, strma ravan, elastična sila, napetost niti, centripetalna sila, princip nezavisnosti djelovanja sila, reaktivno kretanje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
O vezi između sile i kretanja se već učilo u osmom razredu osnovne škole. Ključna nadogradnja i produbljivanje znanja u gimnazijskoj nastavi odnosi se na usložnjavanje matematičkog aparata. Miskoncepcije • Na tijelo koje ima veću brzinu djeluje veća sila Svaki objekt se prije ili kasnije zaustavlja nakon što na njega prestanu djelovati sile Sile akcije i reakcije djeluju na jedno te isto tijelo. • Ne postoji veza između Newtonovih zakona i kinematike. • Sila trenja ne može djelovati u smjeru kretanja tijela. • Na tijelo koje se kreće nužno (tokom tog kretanja) djeluje sila.	

• Pri mehaničkoj interakciji dva tijela, tijelo veće mase na tijelo manje mase djeluje većom silom. Newtonove zakone povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima iz života (hodanje, trčanje, vožnja bicikla, vožnje na vrtuljku i slično) jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika. (Preporučuje se i da učenici sami traže primjere koje mogu opisati nekim od Newtonovih zakona). Analizirati klizanje prilikom kočenja na mokroj ili zaleđenoj podlozi (povezati s ABS sustavom kočenja). Kada je u pitanju III Newtonov zakon, treba paziti da se ne razviju ideju da sila akcije i reakcije djeluju na isto tijelo, te im objasniti da veća tijela i manja tijela međudjeluju istom silom, ali su efekti tog međudjelovanja različiti, zbog različitih masa tijela. Prije pristupanja rješavanju računskih zadataka poželjno je naučiti identificirati sile koje djeluju na tijela i crtati odgovarajuće dijagrame sila. Pri tome je preporučivo uvesti pojam sistema i okoline, te za početak tijelo čije kretanje analiziramo posmatrati kao sistem, a sve ostalo kao okolinu. Sile koje se pojavljuju na granici sistema i okoline su onda kontaktne sile, koje treba razlikovati od sila koje djeluju "na daljinu". Što se tiče različitih vrsta sila, pojedine vrste sila se mogu okvirno uvesti i prije njihovog dubljeg razmatranja (npr. elastična i gravitaciona). Nakon što se razvije vještina identificiranja sila, potrebno je kreirati poveznicu sa pojmom kretanja. Vjerovanje da kretanja može biti samo ako ima i djelovanja sile, treba zamijeniti vjerovanjem da promjene kretanja, tj. promjene brzine, ima samo ako ima i djelovanja sile. Napokon, moguće je pristupiti rješavanju računskih zadataka. Međupredmetne korelacije je moguće kreiranjem poveznica sa sa Biologijom i Tjelesnim odgojem (npr. biomehanika, fizika različitih sportskih disciplina). Moguće je iz fizikalne perspektive prodiskutovati određene aspekte sigurnosti u saobraćaju (npr. značaj držanja odstojanja, korisnost air-baga).

B.I.5. Analizira i istražuje kružno kretanje tijela i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Uspostavlja vezu između kinematičkih veličina kojim opisujemo translatorno i kružno kretanje (pomak – ugaoni pomak, linijska brzina – ugaona brzina, ubrzanje – ugaono ubrzanje), te objašnjava potrebu uvođenja veličina koje opisuju kružno kretanje. • Eksperimentalno istražuje i tumači ravnomjerno kružno kretanje koristeći se klasičnim i/ili modernim tehnologijama (npr. digitalna video analiza stola za rulet). • Izvodi i tumači pojam centripetalnog ubrzanja, povezujući ga s promjenom pravca brzine, dok tangencijalno ubrzanje povezuje s promjenom intenziteta brzine. • Analizira ravnomjerno i ravnomjerno promjenjivo kružno kretanje u kontekstu svakodnevice i tehnike. • Rješava složene teorijske i praktične probleme u kontekstu kružnog kretanja. • Primjenjuje II Newtonov zakon na kružno kretanje tijela u raznovrsnim kvalitativnim i kvantitativnim kontekstima.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.2.2. FIZ 1.3.1.**

Ključni sadržaji

Ravnomjerno i promjenjivo kružno kretanje, analogija pravolinijskog i kružnog kretanja, ugaoni pomak, centripetalno ubrzanje, ugaono ubrzanje, ugaona brzina, linijska brzina, period, frekvencija.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Sa opisom ravnomjerno kružnog kretanja učenici se susreću već u osmom razredu osnovne škole. U gimnaziji treba fokus biti na istraživanju i analiziranju i ravnomjernog i promjenjivog kružnog kretanja. Kada je u pitanju kružno kretanje, bitno je da učenici prepoznaju da centripetalna sila nije nikakva zasebna vrsta sile; to je rezultujuća sila koja djeluje prema centru krivine. Također, bitno je da uoče da tijelo koje izvodi ravnomjerno kružno kretanje posjeduje ubrzanje. Karakteristike kretanja tijela koje se kreće po kružnici zadržavaju se i nakon što na tijelo prestane djelovati centripetalna sila, učenici kroz problemsku situaciju trebaju prepoznati da se tijelo nastavlja kretati u pravcu tangente na kružnicu (pravac vektora trenutne brzine poklapa se sa tangentom na kružnicu u odgovarajućoj tački). Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim eksperimentima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i video snimke kretanja i računarske simulacije. Kružno kretanje je moguće situirati u kontekst kretanja određenih nebeskih tijela (npr. planeta oko Sunca). Moguće je kreiranje značajnih poveznica sa nastavom Geografije (npr. kretanje Zemlje oko Sunca, GIS). Digitalne kompetencije se mogu unaprijediti kroz razmatranje GIS-a.

B.I.6. Tumači pojam gravitacionog polja i primjenjuje Njutnov (Newton) zakon gravitacije.	• Opisuje razlike između gravitacionog polja Zemlje i polja Zemljine teže. • Primjenjuje grafički metod kod predstavljanja jednostavnih i složenih kretanja u gravitacionom polju. • Analizira kvalitativnom i kvantitativnom metodom složena kretanja u gravitacionom polju. • Koristi Njutnov zakon gravitacije radi rješavanja kvantitativnih problema. • Prepoznaje gravitacione interakcije unutar Sunčevog sistema kao jedan od primjera međudjelovanja posredstvom polja, te tumači i primjenjuje Keplerove zakone. • Tumači kosmičke brzine, te izvodi izraze za prvu i drugu kosmičku brzinu. • Koristi informacione tehnologije radi prikupljanja podataka i opisivanja primjena vještačkih satelita u praksi.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.3.**

Ključni sadržaji

Gravitaciono polje, gravitaciona sila, jačina gravitacionog polja, sila teža, Newtnov zakon gravitacije,Keplerovi zakoni, kosmičke brzine.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Učenici se sa pojmom gravitacije susreću u osmom razredu osnovne škole. Ključna nadogradnja i produbljivanje znanja u gimnazijskoj nastavi odnosi se na usložnjavanje matematičkog aparata i dublji opis pojma fizikalnog, u ovom slučaju gravitacionog polja. Kada je u pitanju gravitaciona sila, mnogi njenu pojavu povezuju isključivo sa djelovanjem Zemlje. Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja (o gravitaciji) jer će oni izravno uticati na kvalitetu i tačnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu. Neke od miskoncepcija su:

- Teža tijela padaju brže nego lakša tijela.
- Sila kojom Zemlja djeluje na jabuku nije ista sila kao ona kojom Zemlja djeluje na Mjesec.
- Kada se tijelo nalazi u beztežinskom stanju to nužno znači da na njega ne djeluje gravitaciona sila.

Analizirati kretanje nebeskih tijela poput satelita i planeta te tumačiti historijski razvoj ideja o kretanju Zemlje i nebeskih tijela. Analizirati spljoštenost Zemlje. Može se analizirati i ovisnost gravitacije o masi tijela (zvijezde, crne rupe, galaksije i slično). Kada je u pitanju kretanje satelita, kroz različite primjere treba pokušati objasniti da se sateliti nalaze u stanju sličnom slobodnom padu, ali se ne približavaju Zemljinoj površini jer se istom brzinom kojom oni padaju i Zemljina površina zakrivljuje. Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim eksperimentima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene eksperimente ili računarske simulacije. Moguće je kreiranje značajnih poveznica sa nastavom Geografije (npr. kretanje Zemlje oko Sunca, GIS).

B.I.7. Analizira rotaciono kretanje tijela i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Definiše osnovne veličine dinamike rotacionog kretanja, te upoređuje dinamičke veličine kod translatornog i rotacionog kretanja. • Interpretira moment inercije kao mjeru inertnosti prilikom rotacionog kretanja. • Uspostavlja veze i odnose između impulsa i momenta impulsa. • Predstavlja grafičkom metodom dinamičke veličine kod translatornog i rotacionog kretanja. • Primjenjuje zakone dinamike translatornog i rotacionog kretanja za rješavanje problema i konceptualnih zadataka u poznatom i nepoznatom kontekstu. • Analizira međuovisnost ukupnog momenta sile, momenta inercije (tromosti) i ugaonog ubrzanja tijela. • Analizira mehaničke pojave koristeći se neinercijalnim sistemom referencije.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.2.2. FIZ 1.3.1. FIZ 1.3.2.**

Ključni sadržaji
Moment inercije, moment impulsa, moment sile, analogija translatornog i rotacionog kretanja.
Preporuke za ostvarenje ishoda
O obrtnom kretanju po prvi put se uči u gimnazijskoj nastavi fizike. Mnoge miskoncepcije iz oblasti translatornog kretanja postoje u analognoj formi u oblasti obrtnog kretanja (npr. "ukoliko postoji konstantna ugaona brzina, postoji i moment sile koji ju održava", "negativno ugaono ubrzanje znači usporavanje"). Za početak treba ukazati na sličnosti i razlike između kružnog kretanja materijalne tačke i obrtnog kretanja krutog tijela. Preporučljivo je poučavanje započeti ponavljanjem kinematike kružnog kretanja materijalne tačke, te na konkretnom primjeru pokazati da se iste veličine (npr. ugaoni pomak, ugaona brzina, ugaono ubrzanje) mogu koristiti i kod razmatranja obrtnog kretanja krutog tijela. Zatim se može preći na pitanje uzroka ugaonog ubrzanja, tj. na uvođenje momenta sile kao vektorske veličine koja ima intenzitet i smjer (npr. u kontekstu otvaranja odškrinutih vrata). Izraz za moment sile potrebno je primijeniti u zornim kontekstima, te diskutovati u svakom od konteksta o osi obrtanja i kraku sile. Najzad, je moguće razmatrati efekte djelovanja momenta sile u različitim kontekstima, s posebnim akcentom na moment sile koji proizvodi gravitaciona sila, te kontekst kotrljanja. Treba primijetiti da se dobar dio gradiva može obraditi kroz pažljivo povlačenje analogije sa translatornim kretanjem. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije : Moguće je ostvariti značajne poveznice sa Biologijom i Tjelesnim odgojem (npr. biomehanika, džudo). Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup : Moguće je razvijati svijest o značaju uvažavanja sigurnosnih propisa u građevinarstvu, te o vezama između fizike i inženjerstva, općenito. Svijest o primjenjivosti fizike u svakodnevnici, moguće je također razvijati kroz razmatranje fizike obrtnog kretanja u kontekstu vožnje bicikla. Osim toga, kreativno-produktivna kompetencija se može razvijati kroz projekte koji uključuju dizajniranje i/ili izradu jednostavnih mehaničkih mašina.

B.I.8. Istražuje uslove ravnoteže tijela i analizira proste mehanizme.	• Navodi i opisuje razlike između statičke i dinamičke ravnoteže. • Razlikuje uslove ravnoteže za materijalnu tačku i čvrsto tijelo. • Izvodi uslove ravnoteže za različite proste mehanizme. • Izrađuje proste mehanizme i objašnjava princip njihovog rada. • Primjenjuje znanje o uslovima za statičku/dinamičku ravnotežu tijela, u konkretnim kvantitativnim i kvalitativnim primjerima, kao i u konkretnim složenijim primjerima. • Izlaže informacije o primjeni zakona statike u raznovrsnim kontekstima (npr. sigurnosni propisi pri konstrukciji i gradnji, biomehanika, sport). • Evaluira primjenu osnovnih zakonitosti statike u raznovrsnim kontekstima (npr. sport, biomehanika, te građevinska i mašinska industrija).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.6.**

Ključni sadržaji
Ravnoteža krutog tijela, prosti mehanizmi.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Nakon obrade obrtnog kretanja, potrebno je kroz raznovrsne aktivnosti omogućiti utvrđivanje i produbljivanje stečenog znanja u kontekstu statike i prostih mehanizama. Prosti mehanizmi se sada mogu obraditi na višem matematičkom nivou nego u osnovnoj školi. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije: Moguće je ostvariti značajne poveznice sa Biologijom i Tjelesnim odgojem (npr. biomehanika, džudo). Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup :Moguće je razvijati svijest o značaju uvažavanja sigurnosnih propisa u građevinarstvu, te o vezama između fizike i inženjerstva, općenito. Svijest o primjenjivosti fizike u svakodnevnici, moguće je također razvijati kroz razmatranje poluga u ljudskom organizmu. Osim toga, kreativnoproduktivna kompetencija se može razvijati kroz projekte koji uključuju dizajniranje i/ili izradu jednostavnih mehaničkih mašina.

B.I.9. Analizira pojmove energije, rada i snage, te tumači konkretne primjere pretvaranja energije.	• Učenik/ca opisuje kvalitativno i kvantitativno vezu između rada, energije i snage, te izvodi opći izraz za rad u gravitacionom polju. • Opisuje kinetičku (kod translatornog i rotacionog kretanja) i potencijalnu energiju. • Određuje rad, energiju i snagu primjenom različitih metoda (npr. određuje vrijednost rada iz odabranih grafikona ovisnosti sile o pomaku). • Kombinuje koncepte rada, snage i energije radi rješavanja teorijskih i praktičnih problema, te procjenjuje energetsku vrijednost prehrambenih proizvoda, radi razvijanja zdravih prehrambenih navika. • Analizira i dizajnira jednostavne uređaje u kojima se vrši pretvaranje energije (npr. pretvaranje elastične potencijalne energije u kinetičku kod automobila igračke), te tumači i računa stepen korisnog djelovanja kao bitno svojstvo tih uređaja. • Kritički prosuđuje prednosti i nedostatke upotrebe obnovljivih i neobnovljivih izvora energije, te njihov uticaj na klimu, okolinu, društvo, itd. • Identifikuje i poredi obnovljive i neobnovljive izvore energije, te vrši samostalna istraživanja o alternativnim izvorima energije. • Objašnjava zašto je Sunčevo zračenje krucijalan izvor energije za planetu Zemlju.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.4. FIZ 1.3.5.**

Ključni sadržaji

Mehanička energija, rad i snaga translacije i kod rotacije, potencijalna energija na Zemljinoj površini, elastična potencijalna energija, kinetička energija, unutarnja energija-gubitak mehaničke energije u obliku toplote, pozitivan i negativan rad.

Preporuke za ostvarenje ishoda

U osnovnoj školi se stiču prvo znanje o energiji, radu i snazi, te razmatraju transformacije i očuvanje energije u jednostavnim kontekstima. U gimnaziji se očekuje da se među pojmovima energije, rada i snage stvara više kvantitativnih poveznica, te da se spozna više kvantitativnih izraza za različite vrste energije. Konceptualni okvir učenja o energiji je sličan kao i u osnovnoj školi, te uključuje vrste energije, transformacije energije, degradaciju energije i očuvanje energije. Preporučuje se naglasiti razliku između pozitivnog i negativnog rada te računati rad iz grafičkog prikaza. U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije :Moguće je kreiranje poveznica sa Biologijom (npr. skladištenje energije kod čovjeka), Hemijom (npr. energija hemijske veze) i Tjelesnim odgojem (npr. ostvarivanje kalorijskog deficita). Također su moguće i poveznice sa Geografijom (npr. izbor prikladne lokacije za gradnju vjetroelektrane) i Historijom (npr. energetski resursi i mirovno pitanje). Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup Moguće je odgojno djelovati u smjeru razvijanja životnih navika koje pogoduju očuvanju životne okoline. To se primjerice može postići kroz razvijanje svijesti o značaju štednje energije i korištenje alternativnih izvora energije (npr. rasprava o energetskim klasama različitih uređaja).

B.I.10. Koristi zakone očuvanja radi rješavanja fizikalnih problema i eksperimentalno ih istražuje.	• Navodi Zakon očuvanja mehaničke energije za različite sisteme posmatranja. • Primjenjuje zakon očuvanja energije u kombinaciji sa zakonom očuvanja impulsa radi kvantitativnog razmatranja sudara.

	• Koristi zakon očuvanja momenta impulsa u konkretnim kvalitativnim i kvantitativnim primjerima (npr. vrtnja klizačice). • Razlikuje konzervativne i nekonzervativne sile, te razlikuje pojmove sistema i okoline. i ukupnu energiju sistema od ukupne energije tijela. • Primjenjuje zakone očuvanja na poznatim primjerima iz svakodnevnog života. • Diskutuje uslove promjene energije, impulsa i/ili momenta impulsa sistema. • Rješava različite probleme iz svakodnevnog života primjenom zakona očuvanja. • Primjenjuje Zakon očuvanja energije na primjeru prostih i složenih kretanja u gravitacionom polju. • Analizira zakone očuvanja uz različite odabire izolovanog sistema.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.3.5.**
Ključni sadržaji	
Održanje ukupne mehaničke energije, impulsa i momenta impulsa.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Očekuje se sistematska primjena zakona očuvanja energije, impulsa i momenta impulsa, te da razumijevanje veze između zakona o očuvanju energije i teorema o energiji i radu. Unutar ove tematske cjeline od suštinskog je značaja obezbijediti razumijevanje pojama fizikalnog sistema i okoline, kao i odgovarajuću podjelu na vanjske i unutrašnje sile (ili momente sila), te na konzervativne i nekonzervativne sile. Tek nakon što smo se uvjerili da se razumiju ove podjele, te da postoji sposobnost identificiranja sile u konkretnim situacijama, moguće je zahtijevati rješavanje fizikalnih problema polazeći od zakona očuvanja. Pri tome se snažno preporučuje demonstrirati da primjenjivost zakona očuvanja energije ovisi o izboru fizikalnog sistema; korisno je isti problem pokušati riješiti, kako na osnovu zakona očuvanja mehaničke energije, tako i na osnovu teorema o energiji i radu (za drugačiji izbor fizikalnog sistema). Preporučuje se eksperimentalno provjeriti zakon očuvanja energije na primjerima kretanja. Analizirati uslove zatvorenog i otvorenog sistema. U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti, kao i projekte kroz koje učenici provjeravaju npr. zakon očuvanja energije (Rolling coaster). Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije : Moguće je kreiranje poveznica sa Biologijom (npr. skladištenje energije kod čovjeka), Hemijom (npr. energija hemijske veze) i Tjelesnim odgojem (npr. ostvarivanje kalorijskog deficita). Također su moguće i poveznice sa Geografijom (npr. izbor prikladne lokacije za gradnju vjetroelektrane) i Historijom (npr. energetski resursi i mirovno pitanje). Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup: Moguće je odgojno djelovati u smjeru razvijanja životnih navika koje pogoduju očuvanju životne okoline. To se primjerice može postići kroz razvijanje svijesti o značaju štednje energije i korištenje alternativnih izvora energije (npr. rasprava o energetskim klasama različitih uređaja). Kreativno-produktivna i poduzetnička kompetencija se mogu razvijati kroz implementiranje projekta na temu energije i zaštite okoliša.	

2. razred gimnazije /70 nastavnih sati godišnje/

<table>
<tr><th colspan="2">Oblast: A/Fizika, društvo i tehnologija</th></tr>
<tr><th>Ishod učenja</th><th>Razrada ishoda</th></tr>
<tr><td>A.II.1. Planira i provodi fizikalne eksperimente, te predstavlja dobivene rezultate.</td><td>• Formuliše istraživačko pitanje.
• Objašnjava odabir varijabli i njihovu manipulaciju.
• Dizajnira eksperiment uz adekvatne mjere opreza.
• Obrađuje podatke u numeričkoj i/ili vizuelnoj formi.
• Prezentuje rezultate istraživanja tabelarno i grafički.
• Donosi zaključke eksperimentalnog istraživanja na osnovu rezultata mjerenja.
• Analizira sve etape eksperimenta i daje preporuke za poboljšanje kreiranja i izvođenja eksperimenta.</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>FIZ 5.2.1 FIZ 5.2.2. FIZ 5.2.3.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ključni sadržaji</th></tr>
<tr><td colspan="2">Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u drugom razredu gimnazije.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</th></tr>
<tr><td colspan="2">Učenici učestvuju u eksperimentalnim istraživanjima fizikalnih pojava putem demonstracionih ogleda, labaratorijskog ili projektnog rada. Eksperimentalna istraživanja izvode se individualno, u paru ili u skupini. Predloženi eksperimenti:
• Istražiti zavisnost pritiska tečnosti od površine poprečnog presjeka cijevi i brzine isticanja tečnosti.
• Istražiti aerodinamički paradoks.
• Istražiti Magnusov efekt.
• Istražiti raspodjelu pritisaka duž cijevi kojom protiče fluid.
• Provjeriti jednačinu stanja idealnog gasa.
• Istražiti izoprocese kod gasova (Izotermna promjena stanja gasa, Izobarna promjena stanja gasa, Izohorna promjena stanja gasa).
• Demonstrirati termičko širenje tijela.
• Postojanje specifične toplote topljenja.
• Određivanje specifičnoga toplotnog kapaciteta kalorimetrom.
• Demonstrirati električno polje. Istražiti provodnike i dielektrike u električnom polju.
• Istražiti zavisnost jačine struje od elektromotorne sile izvora i ukupnog otpora električnog kola.
• Istražiti raspodjelu jačine struje i napona u električnom kolu sa serijskom i paralelnom vezom otpornika.
• Demonstrirati efekt temperature na električni otpor provodnika.
• Istražiti električnu struju u tečnostima.
• Istražiti samostalno pražnjenje u gasovima.
• Istražiti zavisnost otpora od vrste materijala, površine poprečnog presjeka i dužine provodnika.
• Istražiti strujno naponske karakteristike sijalice omskog otpornika.
• Provjeriti Joullovog zakona.
• Odrediti unutrašnji otpor izvora.
• Provjeriti Kirchhoffova pravila.
• Mjeriti koeficijent površinskog napona.
Ovu listu potrebno je shvatiti samo kao preporuku, koja može biti i proširena na procjenu nastavnika i koja odražava jedan od mogućih načina za razvijanje planiranja i provođenja fizikalnih eksperimenata u nastavi fizike za drugii razred gimnazije. Prilikom izvođenja eksperimenata potrebno je posvetiti posebnu pažnju na sigurnost (posebno u kalorici i kod eksperimenata sa električnom strujom) i podsticati da se izvode eksperimenti sa lako pristupačnim materijalima. Potrebno je insistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
</table>

A.II.2. Primjenjuje raznovrsne matematičke metode u opisu i rješavanju fizikalnih zadataka i problema.	• Izvršava operacije nad vektorima (slaganje i razlaganje vektora, skalarni i vektorski proizvod) u kontekstu opisivanja i rješavanja fizikalnih zadataka i problema. • Koristi matematičke funkcije (linearnu, kvadratnu, eksponencijalnu, logaritamsku i osnovne trigonometrijske funkcije) i geometriju(?) za rješavanje fizikalnih zadataka i problema. • Rješava kontekstualne probleme koji zahtijevaju kombinovanje većeg broja relacija. • Kritički obrazlaže rješenje fizikalnih zadataka i problema.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.2.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u drugom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je inzistirati na metodičkom pristupu izradi fizikalnih zadataka: vizualizacija, fizikalna rasprava, kreiranje i implementacija matematičkog plana, kritički osvrt na rješenje zadatka. Kod zadataka iz mehanike treba podsticati korištenje dijagrama sile i dijagrama kretanja. Matematičko znanje koje se odnosi na rješavanje linearnih i kvadratnih jednačina treba razvijati i u ovom razredu, a također i znanja iz trigonometrije.	
A.II.3. Koristi jezik i znanje fizike u kontekstima relevantnim za modernu svakodnevicu.	• Objašnjava prirodne pojave (plivanje tijela, vjetar, kako govorimo, polijetanje aviona, anomalija vode, kruženje vode u prirodi,...) i procese (izotermni, izobarni, adijabatski, izohorni,...) koristeći fizikalno precizan vokabular. • Objašnjava (koristi) raznovrsne opće i oblasno-specifične prezentacije (riječi, crteži, grafikoni, tabele, matematički izrazi, makete, simulacije, video snimci) fizikalnih sadržaja i procesa. • Analizira fizikalne sadržaje koristeći se raznovrsnim izvorima informacija (knjige, eneciklopedije, rezultate eksperimentalnih istraživanja,...).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.1.1. FIZ 5.2.3. FIZ 5.3.2.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u drugom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je, u nastavi, kod uvođenja novih pojmova zahtijevati opis tih pojmova jezikom svakodnevnice, kako bi se uočile eventualne jezičke miskoncepcije i omogućio proces konceptualne promjene. Treba insistirati na kombiniranju velikog broja različitih prikaza informacija i na aktivnostima prevođenja jednih prikaza u druge. Također, potrebno je pripremiti brojne prilike za komuniciranje o fizikalnim pojavama i procesima – bilo da se radi o diskutiranju o ishodima eksperimenta, prezentiranju seminarskog rada ili pisanju pripreme za eksperimentalni rad. Prilikom komuniciranja ideja o toplotnim pojavama treba ohrabrivati skiciranje p-V dijagrame i energetskih dijagrama. Komunikacijske vještine se mogu dodatno razvijati u kontekstu interpretiranja shema električnih krugova.	

Oblast: B/Mehanika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.II.1. Analizira pojam pritiska i primjenjuje ga radi objašnjavanja pojava u prirodi i tehnici.	• Opisuje prenos pritiska kroz fluide radi rješavanja kvalitativnih i kvantitativnih problema. • Primjenjuje Pascalov zakon za objašnjenje rada hidrauličnih mašina (npr. hidraulična presa). • Koristi instrumente za mjerenje pritiska. • Objašnjava pojave u prirodi i tehnici, u kontekstu pritiska (disanje, u građevinarstvu,...). • Analizira princip rada raznovrsnih instrumenata za mjerenje pritiska (barometar, manometar, altimetar).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.4.1. FIZ 1.4.2.**
Ključni sadržaji	
Pritisak, atmosferski pritisak, hidrostatički pritisak, Paskalov zakon, manometar.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Uvesti pritisak kao djelovanje jednog sloja fluida silom po jedinici površine posude ili po jedinici površine drugog sloja fluida. Kroz misaoni eksperiment (npr. uho na istoj dubini, ali različito orijentirano) potrebno razvijati svijest da pritisak djeluje na sve strane podjednako. Objasniti različite mjerne jedinice pritiska koje su češće u upotrebi (pritisak zraka, pritisak krvi i slično). Povezati pritisak sa stvarnim situacijama poput utjecaja hidrostatičkog i atmosferskog pritiska na ljudsko tijelo, podižući motivaciju za učenje. Učenika podsticati na projekte poput izrade jednostavnog modela hidraulične prese	
B.II.2. Istražuje osnovne zakonitosti statike fluida i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Opisuje uvjete lebdenja, plutanja i tonjenja tijela u fluidu, te odgovarajuće pojave u prirodi. • Prepoznaje silu potiska i njene efekte u specifičnim situacijama. • Rješava konceptualne probleme primjenom zakonitosti statike fluida. • Izvodi izraz za hidrostatički pritisak i silu potiska, kao i uslove ravnoteže tijela uronjenog u fluid. • Crta dijagram sila na tijelo uronjenog u fluid. • Rješava složene probleme i konceptualne zadatke primjenom zakonitosti statike fluida. • Kritički prikuplja i kritički razmatra informacije o primjenama zakonitosti statike fluida u svakodnevnom životu i tehnici (npr. planira i implementira projekat dizajniranja modela podmornice, hidraulične kočnice i slično).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.4.1. FIZ 1.4.2.**
Ključni sadržaji	
Sila potiska (Arhimedov zakon), lebdenje tijela, plutanje tijela, tonjenje tijela.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Demonstrirati i izvesti izraze za hidrostatički pritisak i silu potiska, te primijeniti stečeno znanje u praksi. Moguće je dati značajan prostor za razvijanje kreativnoproduktivne i poduzetničke kompetencije u okviru implementacije projekata (npr. izrada modela podmornice, hidraulične kočnice, sistem vodosnabdijevanja). Istaknuti opasnost dekompresijske bolesti pri ronjenju, te povezati sa barokomorom.* Analizirati prevoz tereta sa brodom.* Primjenjivati zadatke srednje i veće* složenosti.	
B.II.3. Istražuje osnovne zakonitosti dinamike fluida i analizira kretanje tijela kroz fluid.	• Definiše, tumači i objašnjava osnovne pojmove dinamike fluida (npr. strujna cijev, strujna linija, stišljiv i nestišljiv fluid, protok, dinamički pritisak, visinski pritisak, viskoznost, otpor sredine).

	• Razlikuje laminarno i turbulentno, te stacionarno i nestacionarno strujanje. • Razlikuje viskoznost od gustoće fluida. Interpretira silu otpora sredine kod rješavanja specifičnih problema. • Rješava probleme u poznatom kontekstu primjenom Bernulijeve (Bernoulli) jednačine i jednačine kontinuiteta. • Rješava probleme u nepoznatom kontekstu primjenom Bernulijeve (Bernoulli) jednačine i jednačine kontinuiteta. • Povezuje jednačinu kontinuiteta i Bernulijevu (Bernoulli) jednačinu sa svojstvom nestišljivosti fluida i teoremom o energiji i radu. • Kritički procjenjuje informacije o primjenama zakonitosti dinamike fluida u svakodnevnom životu i tehnici (npr. snadbijevanje vodom, avioni, izvođenje slobodnog udarca u fudbalu (Magnusov efekat...).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 1.4.3.**
Ključni sadržaji	
Strujna cijev, strujna linija, protok, statički, dinamički i visinski pritisak, laminarno strujanje, turbuletno strujanje, jednačina kontinuiteta, Bernoullijeva jednačina viskoznost, Magnusov efekat, sila otpora, otpor sredine.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Naglasiti vezu Bernoullijeve jednačine sa zakonom očuvanja mehaničke energije, te primjenjivati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima. Izvodeći Bernoullijevu jednačinu razmatrati odnos datog sistema (elementa fluida) i okoline.* Ubrzanje fluida kroz uski dio cijevi treba povezati sa II Newtonovim zakonom, tj. sa silom koja u ovom slučaju proističe iz razlike pritisaka između šireg i užeg dijela cijevi.* Naglasiti da se Bernollijeva jednačina isključivo koristi za poređenje brzina/pritisaka duž jedne te iste strujne linije. Kada je u pitanju viskoznost, izričito se preporučuje primjena i uvođenje znanja u kontekstu fizike ljudskog organizma.* Viskoznost objasniti primjenom i uvođenjem znanja u kontekstu fizike ljudskog organizma. Preporučuje se objasniti proticanje krvi kroz krvne sudove, protok rijeka, te istaknuti opasnost začepljenja krvnih sudova.	

Oblast: C/Molekularna fizika i termodinamika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.II.1. Analizira osnovne postavke modela čestične građe tvari i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o historijskom razvoju molekularno-kinetičke teorije. • Razlikuje pojmove atoma, molekule i mola. • Upoređuje kretanje, međusobno rastojanje i međudjelovanje čestica tvari u različitim agregatnim stanjima. • Razlikuje osnovna toplotna i mehanička svojstva različitih agregatnih stanja. • Poredi eksperimentalno red veličine molekula s redom veličine atoma. • Koristi simulacije radi opisivanja modela idealnog gasa i poredi ga s realnim gasom.

	• Objašnjava elektromagnetnu prirodu međumolekularnih sila. • Interpretira statističku raspodjelu brzina čestica od kojih su građene tvari u funkciji promjene temperature.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 2.1.1. FIZ 2.1.2. FIZ 2.2.1.**

Ključni sadržaji

Čestično-kinetički model građe tvari, atom, molekula, mol, idealan gas, model idealnog gasa, temperatura, međudjelovanje molekula, unutrašnja energija, brzine molekula.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Objasniti pojam mola, odnosno količine tvari kod različitih vrsta čestica (npr. 1 g vodika sadrži 1 mol atoma vodika, ali 0,5 molova molekula vodika). Moguće je razvijati svijest o naučnim modelima na primjeru historijskog razvoja modela građe tvari, te razvijati kritičko razmišljanje. Dobro je razjasniti razliku između idealnog i realnog gasa. Moguće miskoncepcije su:

- Miješanje predodžbi o kontinuumu i diskontinuumu.
- Predkoncepcija o prostoru između čestica.
- Predkoncepcija o nužnom prestanku kretanja čestica.

Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problemske situacije. Potrebno je dati prednost stvarnim ogledima (npr. difuzija). Dobro je pokazati Brownovo kretanje na primjeru čestice peluda na površini vode. Moguće je prikazati kompjuterske simulacije koje prikazuju čestično-kinetički model u različitim agregacijskim stanjima.

C.II.2. Koristi znanje o molekularnim silama radi analiziranja svojstava, stanja i pojava u tečnostima i čvrstim tijelima.	• Razlikuje kristalna i amorfna tijela. • Povezuje mehanička svojstva i deformacije tijela sa molekularnim pojavama u čvrstim tijelima. • Uspoređuje molekularne pojave u tečnostima i čvrstim tijelima. • Uspoređuje toplotno širenje čvrstih tijela i tečnosti. • Primjenjuje Hookeov zakon za različite vrste deformacija čvrstih tijela. • Objašnjava pojam unutrašnje energije sa aspekta molekularnokinetičke teorije. • Povezuje pojavu površinskog napona, kvašenja i kapilarnosti sa molekularnim pojavama u tečnostima. • Interpretira krivu promjene potencijalne energije međumolekularne interakcije. • Analizira putem kvalitativnih i kvantitativnih metoda povezanost temperature i srednje kinetičke energije čestica. • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o primjenama znanja o molekularnim pojavama u tehnici i svakodnevnici (npr. značaj kapilarnosti za živu prirodu, značaj toplotnog širenja u građevinarstvu, hidroizolacija).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 2.1.2. FIZ 2.2.1. FIZ 2.2.2.**

Ključni sadržaji

Kristalna i amorfna tijela, molekularne pojave, deformacije tijela, Hookeov zakon, površinski napon, kvašenje, kapilarnost, toplotno širenje čvrstih tijela i tečnosti.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Preporučuje se predočiti vizuelne modele koji ilustriraju kretanja, rastojanja i međudjelovanje čestica u čvrstim tijela i tečnostima. Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim eksperimentima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene oglede ili kompjuterske simulacije (hodanje insekata po vodi, disanje kod čovjeka, kapilarnost, promjena temperature sa nadmorskom visinom, površinski napon i sapuni.

C.II.3. Koristi znanje o molekularnim silama radi analiziranja svojstava, stanja i pojava u gasovima.	• Objašnjava i izvodi pritisak gasa na zidove posude preko elastičnih sudara čestica gasa i zakona očuvanja impulsa. • Primjenjuje grafički metod kod predstavljanja promjena stanja gasa. • Prepoznaje međusobnu povezanost parametara gasa kroz jednačinu stanja idealnog gasa. • Upoređuje molekularne pojave u gasovima, tečnostima i čvrstim tijelima. • Istražuje putem eksperimenta (npr. kroz virtualni eksperiment) zakone koji vrijede za izoprocese i adijabatske procese. • Tumači statističku raspodjelu brzina čestica gasa. • Primjenjuje (koristi) različite prezentacije gasnih zakona (Boyl-Marriotov, Gay-Lussacov i Charlesov) (npr. grafikoni ili formule) radi rješavanja problema iz različitih naučnih disciplina i svakodnevnog života i i tumačenja pojava iz svakodnevnice, tehnike i medicine. • Analizira putem kvalitativnih i kvantitativnih metoda povezanost temperature i srednje kinetičke energije čestica. • Kritički procjenjuje mogućnosti primjene jednačine stanja idealnog gasa u raznovrsnim kontekstima (disanje kod čovjeka, princip šprice).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 2.1.2. FIZ 2.2.1. FIZ 2.2.2.**
Ključni sadržaji	
Idealan gas, Avogadrov i Daltonov zakon, pritisak idealnog gasa, opća jednačina stanja idealnog gasa, molekularno-kinetička teoprija gasova, Maxwellova raspodjela, izoprocesi, adijabatski proces, toplotno širenje	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti zavisnost pritiska kod lahko pokretljivog klipa. Gasne procese preporučljivo je objasniti koristeći sljedeće korake: 1) eksperiment (objašnjenje ostvarenja procesa u laboratoriji) 2) objašnjenje procesa pomoću modela građe tvari, 3) p-V grafikon. Preporučuje se predočiti vizuelne modele koji ilustriraju kretanja, rastojanja i međudjelovanje čestica u gasovima. Prednost uvijek treba dati stvarnim ogledima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene oglede ili kompjuterske simulacije koje prikazuju čestično-kinetički model u različitim agregacijskim stanjima.	
C.II.4. Istražuje vezu unutrašnje energije, toplote i rada, te primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Analizira historijski razvoj pojma toplote. • Analizira historijski razvoj termodinamike i uticaj na društvo i prirodu. • Objašnjava promjenu unutrašnje energije toplotom i radom. • Identificira različite vidove prenosa toplotne energije u kontekstu primjera iz svakodnevnog života. • Interpretira mehanički ekvivalent toplote na kvalitativan i kvantitativan način. • Koristi jednačinu termičke ravnoteže u različitim situacijama. • Određuje eksperimentalno toplotni kapacitet datih tijela. • Tumači konceptualno značenje I zakona termodinamike.

	• Analizira grafikone koji pokazuju zavisnost temperature o dovedenoj ili odvedenoj količini toplotne energije tokom vremena. • Kritički procjenjuje informacije o toplotnim procesima u praksi (npr. termoizolacija i ušteda energije u domaćinstvu, energetska efikasnost i efekat staklene bašte).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 2.2.1. FIZ 2.2.2.**
Ključni sadržaji	
Osnovni pojmovi termodinamike, temperatura, toplota, termodinamička ravnoteža, prenošenje toplote (kondukcija, konvekcija, zračenje), toplotni kapacitet, I zakon termodinamike.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Moguće miskoncepcije su: • Hladno tijelo ne može odavati toplotnu energiju • Na apsolutnoj nuli zaustavlja se svako kretanje • Tijela na apsolutnoj nuli nemaju masu Džemper tijelu predaje toplotu • Hladnoća može prelaziti sa jednog tijela na drugo • Gasovi se mogu sabiti u tolikoj mjeri da im zapremina praktično postane jednaka nuli Toplota i temperatura predstavljaju identične pojmove. Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problemske situacije. Prednost dati ogledima koje trebaju po mogućnosti izvoditi učenici, a moguće je primjenjivati i snimljene oglede ili kompjuterske simulacije (toplotni kapacitet).	
C.II.5. Analizira promjene agregatnih stanja i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Objašnjava procese usljed kojih dolazi do promjene agregatnog stanja tijela. • Upoređuje procese promjene agregatnih stanja. • Interpretira pojmove specifična toplota topljenja i specifična toplota mržnjenja. • Primjenjuje grafički metod kod predstavljanja faznih prelaza. • Koristi pojmove toplote, mržnjenja, topljenja, isparavanja i kondenzovanja u kvalitativnim i kvantitativnim kontekstima. • Ispituje faktore od kojih zavisi brzina hlađenja tijela (npr. mehanizmi regulisanja temperature kod čovjeka i određenih životinjskih vrsta). • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o agregatnim prijelazima u svakodnevnici i tehnici (npr. proces znojenja, mraz, smog, kruženje vode).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 2.1.2. FIZ 2.2.1. FIZ 2.2.2.**
Ključni sadržaji	
Agregatno stanje, fazni prelazi, toplota topljenja, očvršćavanja, isparavanja, kondenzacije, latentna toplota.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Podsticati učenika i objašnjavati grafički prikaz zavisnosti temperature tijela o dovedenoj toploti za promjene stanja od čvrstog stanja do gasovitog. Objasniti latentnu toplotu, po mogućnosti putem ogleda.	
C.II.6. Koristi temeljne zakone termodinamike radi objašnjenja procesa u prirodi i tehnici.	• Razlikuje veličine koje predstavljaju funkcije stanja termodinamičkog sistema, od veličina koje ne predstavljaju funkcije stanja sistema, odnosno razlikuje termodinamička stanja i procese. • Identifikuje zakone termodinamike. • Koristi izraze za rad pri gasnim procesima. • Objašnjava princip rada automobilskih motora, frižidera i klima uređaja.

	• Diskutuje o efektu staklene bašte i odgovarajućim posljedicama za čovječanstvo. • Vrši proračun energetskog bilansa u različitim procesima u gasu u toku jednog ciklusa toplotnog motora. • Objašnjava linearno širenje bimetala i njihovo korištenje kod električnih uređaja (frižider, pegla). • Istražuje princip rada automobilskih motora, frižidera i klima uređaja uz izračunavanje efikasnosti. • Kombinuje temeljne zakone termodinamike radi analiziranja Carnotove toplotne mašine i izvođenja izraza za efikasnost te mašine. • Tumači pojam entropije i ukazuje na činjenicu da se u svim realnim pretvaranjima energije udio "korisne" energije umanjuje. • Primjenjuje I i II zakon termodinamike prilikom rješavanja kvalitativnih i kvantitativnih problema. • Planira, implementira i predstavlja projekte iz oblasti termodinamike (npr. dizajniranje balona na topli vazduh).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 2.2.1. FIZ 2.2.2.**
Ključni sadržaji	
Termodinamički sistem, stanje, zakoni termodinamike (I, II i III), Carnotov kružni ciklus, obrnuti Carnotov kružni ciklus, toplotne mašine, entropija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Preporučuje se objašnjenje principa rada toplotnih mašina na primjerima iz svakodnevnog života (rashladni uređaji, toplotne dizalice, perpetuum mobile). Zakone termodinamike moguće je objasniti i utvrditi kroz razmatranje gasnih procesa, ali i kroz interpretiranje p-V grafikona. Pojam ciklične toplotne mašine i neophodnost postojanja toplog i hladnog rezervoara moguće je uvesti kroz ogled sa staklenom špricom ispunjenom vazduhom koja se naizmjenično stavlja u vrelu i hladnu vodu i vrši rad nad malim utezima postavljenim na klip. Rad će biti pozitivan samo ukoliko prije vraćanja klipa u početni položaj klip uronimo u hladnu vodu. Potrebno je posebno istaknuti utjecaj toplotnih mašina na zagađivanje okoliša i efekat staklene bašte kao posljedicu. Moguće je razvijati svijest o posljedicama pojave toplotnih mašina, meteorološkim pojavama i fizici atmosfere, globalnom zagrijavanju i načinima čuvanja okoliša (npr.štednja energije), kao i razvijati kreativnost kroz implementaciju projekata (npr. razvoj motora na topli vazduh, Stirlingov motor).	

Oblast: D/Elektromagnetizam	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.II.1. Istražuje i primjenjuje međudjelovanje električnih naboja.	• Analizira historijski razvoj ideja o elektricitetu. • Opisuje međudjelovanje naboja. • Objašnjava zakon očuvanja električnog naboja i zakonitosti u elektrostatici. • Upoređuje Kulonov (Coulomb) zakon sa Njutnovim (Newton) zakonom gravitacije i koristi ga za rješavanje računskih problema. • Primjenjuje princip superpozicije radi određivanja rezultujuće električne sile u određenoj tački prostora. • Analizira elektrostatičke pojave kod živih organizama. • Konstruiše model elektroskopa.

	• Primjenjuje zakone elektrostatike na primjerima iz svakodnevnog života (npr. štampač, prskalice i slično). • Primjenjuje zakone elektrostatike u tehnologiji (prečišćavači vazduha). • Diskutuje o procesima nelektrisanja i razelektrisanja u raznovrsnim kontekstima.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.1.1.**
Ključni sadržaji	
Električitet, naboj (elementarni), proton, elektron, atom, zakon očuvanja naboja, električna permitivnost, elektrostatička sila (Coulombova sila), princip superpozicije, rezultantna sila, elektroskop.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Preporučuje se pomoću ogleda objasniti model naboja, proces naelektrisavanja, zakon očuvanja naboja i druge pojave u elektrostatici koje je moguće izvesti. Moguće je koristiti kompjuterske simulacije ili snimljene oglede. Objasniti prirodne pojave statičkog elektriciteta (munja, elektrisanje kose, odjeće i slično). Povezati Coulombovu silu sa gravitacionom silom i naglasiti eksplicitno ograničenja Coulombovog zakona.	
D.II.2. Interpretira pojam električnog polja i analizira pojave i procese u elektrostatičkom polju.	• Opisuje električno polje analitički i grafički (crta linije polja tačkastog naboja, naelektrisane kugle, paralelnih ploča). • Razlikuje homogeno i radijalno električno polje, te tumači fizikalno značenje smjera i gustine linija električnog polja. • Razlikuje skalarne i vektorske veličine kojima opisujemo električno polje. • Određuje vektor električne sile na zadani tačkasti naboj u proizvoljnoj tački električnog polja. • Analizira kretanje naelektrisane čestice u homogenom električnom polju. • Opisuje promjenu električne potencijalne energije pri kretanju naelektrisanja u električnom polju. • Razlikuje električni potencijal od električnog napona, te uspostavlja vezu između električne potencijalne energije i električnog napona. • Primjenjuje princip superpozicije kod rješavanja problema električnog polja. • Interpretira stvaranje razlike potencijala u električnom polju. • Analizira pojave električne influencije i polarizacije dielektrika. • Primjenjuje Zakon očuvanja energije u električnom polju kod rješavanja raznovrsnih problema. • Objašnjava pojam električnog kapaciteta i analizira princip rada kondenzatora i vezivanje kondenzatora.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.1.2.**
Ključni sadržaji	
Električno polje (radijalno, homogeno), vektorsko polje, fizikalne veličine kojima opisujemo električno polje (jačina električnog polja, električni potencijal i napon), rad u električnom polju, električna potencijalna energija, električna influencija, polarizacija dielektrika, kapacitet provodnika, kondenzator, vezivanje kondenzatora, kretanje naelektrisanih čestica u električnom polju, katodna cijev.	

Preporuke za ostvarenje ishoda
Pomoću ogleda uvesti i objasniti pojam električnog polja. Istaknuti da polje postoji neovisno o prisustvu probnog naboja. Grafički prikazati i rješavati principom superpozicije rezultantni vektor jačine električnog polja. Uvesti pojam potencijala kao svojstvo polja, preko pojma rada. Na primjeru u praksi objasniti kretanje naelektrisanih čestica u homogenom električnom polju. Moguće miskoncepcije su: • Naboj se u električnom polju uvijek kreće po liniji električnog polja. • Naboj se može pojaviti u bilo kojem iznosu. • Ne postoji nikakva povezanost između pojmova napon i električno polje. • Visok napon sam po sebi je opasan • Potrebno je djelovati silom kako bi se naboj pomjerao po ekvipotencijalnoj površi • Razlika potencijala postoji samo između ploča kondenzatora, a ne i (između tačaka) u prostoru između tih ploča. • Naboj se može slobodno kretati i kroz dialektrik kao što je staklo. Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problmske situacije. Objasniti elektronvolt kao mjernu jedinicu.

D.II.3. Analizira pojavu proticanja električne struje u čvrstim tijelima, tečnostima i gasovima.	• Definiše osnovne veličine i zakone koji opisuju kola istosmjerne struje. • Analizira električnu provodnost čvrstih tijela, tečnosti i gasova. • Upoređuje uslove potrebne za protjecanje prelazne i stalne struje. • Upoređuje modele vođenja električne struje kroz čvrsta tijela, tečnosti i gasove. • Povezuje jačinu struje kroz tvar sa brzinom drifta nosioca naboja. • Tumači svojstvo otpornosti i analizira njegovu vezu sa temperaturom polazeći od modela građe tvari. • Analizira veze otpornika. • Upoređuje efekte protjecanja električne struje u tečnostima, gasovima i čvrstim tijelima. • Objašnjava pojavu munje i princip rada gromobrana, te nudi odgovarajuće preporuke koje se tiču zaštite ličnog zdravlja i električnih uređaja.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.2.1.**

Ključni sadržaji
Električna provodnost čvrstih tijela, tečnosti i gasova, prelazna i stalna električna struja, istosmjerna i naizmjenična električna struja, jačina električne struje, drift brzina, električna otpornost i otpor, otpornici, serijsko, paralelno i kombinovano vezivanje otpornika.

Preporuke za ostvarenje ishoda
Koristeći model građe tvari objasniti zavisnost jačine struje od driftne brzine. Povezati primjere iz svakodnevnice za objašnjenje razlike između istosmjerne i naizmjenične struje. Moguće je koristiti kompjuterske simulacije ili stvarne oglede za analiziranje električne provodnosti i modela vođenja električne struje. Moguće miskoncepcije su: • Brzina usmjerenog kretanja elektrona kroz zatvoreno električno kolo jednaka je brzini svjetlosti. • Naboji usporavaju svoje kretanje pri prolasku kroz otpornik. • Između polova baterije ne protiče električna struja. • Što je veći otpornik, veći je njegov otpor. • Kolo se ne mora zatvoriti da bi kroz njega protekla električna struja. • Provodnik ne posjeduje električni otpor. • Naboji koji protiču kroz električno kolo potiču iz baterije. • Što je veća baterija, veći je i napon. Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problemske situacije. Istaknuti mjere zaštite u svakodnevnom životu.

D.II.4. Sastavlja i evaluira strujna kola istosmjerne struje.	• Prepoznaje osnovne elemente u kolima istosmjerne struje. Konstruiše jednostavna električna kola pri čemu mjeri jačinu struje i napon. • Opisuje tehničke primjene elektrolize. Sastavlja realna i virtualna (simulacije) kola istosmjerne struje na osnovu datih shema, te crta sheme složenih strujnih kola istosmjerne struje. • Tumači i primjenjuju Faradayeve zakone elektrolize kod rješavanja problema. • Eksperimentalno istražuje i opisuje naponsko-strujnu karakteristiku provodnika. • Kombinuje Ohmov i Joulov-Lenzov zakon (rad i snaga električne struje), te Kirchoffova pravila radi evaluiranja strujnih kola i rješavanja teorijskih i praktičnih problema. • Analizira princip rada instrumenata za mjerenje jačine i napona istosmjerne struje. • Kritički procjenjuje primjene strujnih kola istosmjerne struje u raznovrsnim kontekstima. • Dizajnira eksperiment za provjeru Omovog (Ohm) zakona za dio kola i cijelo kolo. • Dizajnira eksperiment za određivanje elektromotorne sile.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.2.2.**
Ključni sadržaji	
Istosmjerna električna struja, prosto i složeno strujno kolo, električni napon izvora, unutrašnji otpor izvora, vanjski otpor, Ohmov zakon za dio i cijelo strujno kolo, Kirchoffova pravila, Joule-Lenzov zakon, rad, snaga i energija električne struje, Faradayevi zakoni elektrolize.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Podsticati učenike na samostalan rad i razvijanje kreativnosti prilikom sastavljanja strujnih kola. Moguće je primjenjivati Omov zakon na mješoviti spoj otpornika u električnom strujnom kolu, te odrediti snagu otpornika.	
D.II.5. Analizira svojstva poluprovodnika i njihovu primjenu u praksi.	• Identificira sličnosti i razlike između poluprovodnika, provodnika i izolatora, polazeći od modela građe tvari. • Razlikuje pojmove sopstvene provodnosti, n-provodnosti i provodnosti. • Kvalitativno opisuje osnovna svojstva superporovodnika i njihovu primjenu. • Analizira princip rada poluprovodničke diode, tranzistora i pojačala. Objašnjava efekte zagrijavanja i promjene osvijetljenosti poluprovodničke diode. • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o raznovrsnim primjenama poluprovodnika u svakodnevnici i tehnici (npr. zaštita uređaja, LED, protuprovalni alarm, mjerenje temperature i intenziteta svjetlosti).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.2.1. FIZ 3.2.2.**
Ključni sadržaji	
Poluprovodnici, električna struja u poluprovodnicima,vlastita i primjesna vodljivost poluprovodnika, n-tip poluprovodnika, p-tip poluprovodnika, pn spoj, poluprovodnička dioda, tranzistor, pojačala.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ponoviti hemijske veze u čvrstim tijelima, energiju jonizacije, te povezati molekularno-kinetičku teoriju. Potrebno je što je moguće više koristiti kompjuterske simulacije ili stvarne modele.	

3. razred gimnazije

/PIP, M-IIP -105 nastavnih sati godišnje, OIP i ZIP -70 nastavnih sati godišnje/

Oblast: A/Fizika, društvo i tehnologija	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.III.1. Planira i provodi fizikalne eksperimente, te predstavlja dobivene rezultate.	• Provodi samostalno eksperimentalna istraživanja otvorenog tipa: identifikuje predmet istraživanja, prikuplja relevantne podatke, kreira modele, bira metode istraživanja, te analizira i prezentira rezultate istraživanja. • Računa i analizira mjerne pogreške. • Evaluira izbor eksperimentalnih metoda polazeći od procjene nedostataka eksperimentalne postavke i poteškoća u mjerenju. • Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta. • Prikuplja i obrađuje podatke koristeći se modernim tehnologijama (npr. software za obradu podataka, digitalna videoanaliza, senzori).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.3.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u trećem razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenici učestvuju u eksperimentalnim istraživanjima fizikalnih pojava putem demonstracionih ogleda, labaratorijskog ili projektnog rada. Eksperimentalna istraživanja izvode se individualno, u paru ili u skupini. Predloženi eksperimenti: • Demonstrirati i istražiti slobodne harmonijske oscilacije Istražiti zavisnost perioda oscilovanja od dužine matematičkog klatna. Odrediti ubrzanja Zemljine teže pomoću matematičkog klatna. • Demonstrirati prinudne oscilacije i rezonanciju. • Demonstrirati postanak i vrste talasa. Istražiti zvučnu rezonanciju. • Odrediti brzinu zvuka u vazduhu. • Mjeriti frekvenciju zvuka – rezonancija vazdušnog stuba u staklenoj cijevi. • Istražiti uticaj permanentnog magneta na različite materijale. • Ispitati djelovanje magnetnog polja na provodnik kojim teče električna struja. • Istražiti djelovanje magnetnog polja na naelektrisane čestice. • Istražiti magnetno polje zavojnice. • Odrediti induktivitet zavojnice. • Demonstrirati i istražiti pojavu elektromagnetne indukcije. • Provjeriti Lencovo pravilo. • Ispitati zavisnost elektromotorne sile indukcije od brzine promjene magnetnog fluksa. • Istražiti samoindukciju. • Ispitati zavisnost elektromotorne sile samoindukcije od brzine promjene jačine struje u kolu i efekt vrtložnih struja. Demonstrirati oscilograme naizmjenične struje. • Istražiti kolo naizmjenične struje sa zavojnicom i kondenzatorom. • Demonstrirati princip rada transformatora. Istražiti oscilovanje RLC kola. • Prikazati odbijanje svjetlosti. Istražiti prelamanje svjetlosti. • Demonstrirati prolazak svjetlosti kroz planparalelnu ploču i kroz prizmu. • Demonstrirati totalnu refleksiju. Odrediti talasnu dužinu svjetlosti. • Odrediti indeks prelamanja stakla/plastike. Demonstrirati formiranje likova kod ogledala. • Demonstrirati formiranje likova kod sočiva. Ovu listu potrebno je shvatiti samo kao preporuku, koja može biti i proširena na procjenu nastavnika i koja odražava jedan od mogućih načina za razvijanje planiranja i provođenja fizikalnih eksperimenata u nastavi fizike za treći razred gimnazije. Prilikom izvođenja eksperimenata potrebno je posvetiti posebnu pažnju na sigurnost (posebno kod eksperimenata sa električnom strujom) i podsticati da se izvode eksperimenti sa lako pristupačnim materijalima. Potrebno je insistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.	

A.III.2. Primjenjuje raznovrsne matematičke metode u opisu i rješavanju fizikalnih zadataka i problema.	• Izvršava operacije nad vektorima (slaganje, razlaganje, množenje vektora skalarom, skalarni i vektorski proizvod dva vektora, te mješoviti proizvod dva vektora*) u kontekstu opisivanja i rješavanja fizikalnih problema. • Koristi linearnu, kvadratnu funkciju, eksponencijalnu, logaritamsku, trigonometrijsku funkciju* (** i *** samo osnovna znanja) u kontekstu rješavanja fizikalnih problema. • Rješava aproksimacijske i kontekstualno bogate (raznolike) probleme, te općenito probleme koji zahtijevaju kombinovanje većeg broja relacija (za ** i *** samo do srednjeg nivoa složenosti, a za * napredni nivo). • Kritički se odnosi prema postavci i rješenju problema, te razlikuje relevantne od irelevantnih informacija. • Izvodi opći (simbolički) izraz za nepoznatu fizikalnu veličinu. • Predlaže vlastite primjere fizikalnih problema.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.2.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u trećem razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je inzistirati na metodičkom pristupu izradi fizikalnih zadataka: vizualizacija, fizikalna rasprava, kreiranje i implementacija matematičkog plana, kritički osvrt na rješenje zadatka. Osim toga treba koristiti znanja iz trigonometrije i znanja o kompleksnim brojevima prilikom učenja o izmjeničnoj struji. * je matematičko-informatičko izborno područje (**M-IIP**), koje treba početi sa izučavanjem kalkulusa i primjenom naprednije matematike pri rješavanju fizikalnih problema i zadataka, jer tako učenike pripremamo za takmičenja i za nastavak školovanja. ** je prirodno izborno područje (**PIP**) i zdravstveno izborno područje (**ZIP**) koje koristi samo matematički metod koji se izučava kroz nastavu matematike, a rješavaju samo lakše i srednje teške fizikalne zadatke i probleme. Ovo područje je više usmjereno ka biofizici, medicinskoj fizici i primjeni fizike u hemiji. *** je opće izborno područje (**OIP**) koje koristi samo matematički metod koji se izučava kroz nastavu matematike, a u nastavi fizike koriste taj metod za rješavanje lakših i srednje teških fizikalnih zadataka i problema.	
A.III.3. Koristi jezik i znanje fizike u kontekstima relevantnim za modernu svakodnevicu.	• Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i procese pozivajući se na osnovne principe fizike i koristeći jezik fizike. • Koristi raznovrsne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. • Tumači i koristi raznovrsne opće (riječi, crteži, grafikoni, tabele, matematički izrazi, makete, simulacije, video-snimci) i oblasno-specifične reprezentacije (dijagrame sila, dijagrame kretanja i energetske dijagrame) fizikalnih sadržaja i procesa. • Izvještava o rezultatima svoga rada na način koji je prikladan karakteristikama ciljne publike, pri čemu je komuniciranje ideja potkrijepljeno čvrstim naučnim argumentima.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.1.1. FIZ 5.2.3. FIZ 5.3.2.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u trećem razredu gimnazije.	

Preporuke za ostvarenje ishoda
Potrebno je kod uvođenja novih pojmova u nastavi, zahtijevati da opis shvatanja pojmova na osnovu jezika svakodnevnice, kako bi se uočile eventualne jezičke miskoncepcije i omogućio proces konceptualne promjene. Potrebno je insistirati na kombiniranju velikog broja različitih prikaza informacija i na aktivnostima prevođenja jednih prikaza u druge. Također, potrebno je priuštiti brojne prilike za komuniciranje o fizikalnim pojavama i procesima – bilo da se radi o diskutovanju o ishodima eksperimenta, prezentiranju seminarskog rada ili pisanju pripreme za eksperimentalni rad.

Oblast: B/Mehanika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.III.1. Analizira oscilatorno kretanje i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Definiše harmonijsko oscilovanje, prigušeno i prinudno oscilovanje. • Objašnjava pojam prinudnog i prigušenog oscilovanja. • Prepoznaje period (frekvenciju) i amplitudu oscilovanja na osnovu grafičkog prikaza. • Prikazuje zavisnost elongacije, brzine i ubrzanja oscilovanja u funkciji vremena grafičkim putem. • Povezuje u kontekstu simulacija harmonijsko oscilovanje i jednoliko kružno kretanje, te nudi matematički opis harmonijskog oscilovanja i rješava odgovarajuće probleme. • Istražuje i opisuje faktore o kojima ovisi period oscilovanja matematičkog, fizičkog i elastičnog klatna (opruga) eksperimentalnim putem. • Analizira pojavu rezonancije, kao i njene primjene u svakodnevici i tehnici. • Analizira primjere primjene harmonijskih oscilatora u tehnologiji. (*,**)
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.1.1. FIZ 4.1.2.**
Ključni sadržaji	
Oscilator, harmonijske, slobodne, neprigušene, prigušene, prinudne oscilacije, rezonancija, elongacija, amplituda, period, frekvencija oscilovanja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Prikazati eksperimentalno oscilovanje tijela na opruzi i matematičkom klatnu. Moguće miskoncepcije su: • Period harmonijskih oscilacija zavisi od amplitude • Ubrzanje klatna je nula u krajnjim tačkama klaćenja Preporučuje se istovremeno prikazivati oscilovanje tijela i iscrtavanje grafikona ovisnosti elongacije u vremenu, te kretanja povezati sa formulom za ovisnost elongacije o vremenu. Uvesti i objasniti pojam restitucione sile.	
B.III.2. Analizira talasno kretanje i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Prepoznaje, na primjerima, odbijanje, prelamanje, interferenciju i difrakciju talasa. • Analizira nastanak mehaničkih talasa i ovisnost brzine mehaničkih talasa o svojstvima elastične sredine, te rješava odgovarajuće probleme. (*, **) • Definiše Hajgensov (Huygens) princip. • Razlikuje konstruktivnu od destruktivne interferencije. • Opisuje odnose fizikalnih veličina iz jednačine ravnog talasa i primjenjuje jednačinu ravnog talasa za rješavanje problemskih zadataka.

	• Primjenjuje zakone odbijanja, prelamanja i interferencije talasa kod rješavanja problemskih zadataka. • Primjenjuje Snellov zakon i zakon odbijanja mehaničkih talasa. • Predstavlja grafički progresivne i stojeće talase. • Razmatra i analizira konstruktivnu i destruktivnu interferenciju mehaničkih talasa koristeći kvantitativnu i kvalitativnu metodu. (*, **) • Tumači funkciju harmonijskog talasa u kontekstu simulacije talasnog kretanja i nju koristi radi rješavanja fizikalnih problema. • Tumači pojavu difrakcije talasa u konkretnim kontekstima (zalazak talasa na vodi iza stijene,...). • Slaže manji broj talasa korištenjem fazorskih dijagrama na osnovu informacije o putnoj ili faznoj razlici talasa.(*)
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.1.1. FIZ 4.1.2.**
Ključni sadržaji	
Talas, talasna fronta, ravni, kružni talasi, talasna funkcija, stojeći i progresivni talasi, mehanički talasi, talasni broj, faza talasa, odbijanje, prelamanje, interferencija, difrakcija talasa.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Razmatranje talasnog kretanja otežano je zbog činjenice da se kod talasa radi o funkcijama sa dvije promjenljive (prostorna i vremenska koordinata). Moguće miskoncepcije su: • Za sve valove mora postojati medij kroz koji će se oni prostirati. • Valovi ne posjeduju energiju. • Svi valovi putuju na jednak način. • Veliki valovi se kroz isti medij uvijek prostiru brže nego mali valovi. Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problemske situacije. Poteškoća ima prilikom korištenja zahtjevnog matematičkog aparata, tj. trigonometrijske funckije i logaritamske funkcije.	
B.III.3. Primjenjuje znanje o zvučnim talasima u konkretnim kontekstima.	• Objašnjava mehanizme nastanka, prostiranja, apsorpcije, odbijanja i prelamanja zvučnih talasa, uzimajući u obzir model građe tvari i koncept energije. • Uspoređuje prostiranje zvučnih talasa kroz tečnosti, čvrsta tijela i gasove. • Tumači raznovrsne forme predstavljanja zvučnih talasa radi izvođenja zaključaka o parametrima zvučnog talasa (npr. amplituda, period, talasna dužina, brzina, jačina zvuka). • Objašnjava u kontekstu simulacije nastanak stojećeg talasa i skicira stojeći talas u muzičkim instrumentima. (*, **) • Tumači pojavu zvučne rezonancije u različitim kontekstima iz svakodnevnice i tehnike (pojačavanje tonova kod muzičkih instrumenata, pojačavanje govornih frekvencija u zvukovodu, prilikom govora,...). • Analizira različite vrste rezonatora u akustici, te objašnjava pojam harmonika. (*, **) • Računa jačinu zvuka (subjektivnu i objektivnu) pri rješavanju raznovrsnih fizikalnih zadataka i problema. • Primjenjuje znanje o Dopplerovom efektu u konkretnim primjerima (određivanje brzine kretanja automobila, voza ili brzine leta šišmiša,

	aviona, određivanje položaja jata riba u moru ili položaja objekta u prostoru, mjerenje brzine protoka krvi pomoću Dopplerovog efekta). (*, **) • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o primjenama akustike u svakodnevnici i tehnici (npr. princip rada muzičkih instrumenata, prenošenje energije posredstvom talasa kod zemljotresa i cunamija,..). (*, **)
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.1.2.**
Ključni sadržaji	
Zvuk, ton, šum, infrazvuk, ultrazvuk, subjektivna i objektivna jačina zvuka (nivo buke), prag čujnosti, granica boli, izvori zvuka, zvučna rezonancija, Dopplerov efekat.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kod zvučnih talasa nužno je skrenuti pažnju na činjenicu da se čestice sredine ne kreću po sinusoidi; sinusoida samo prikazuje oscilacije pritiska u jednoj tački prostora ili vremena. Na primjeru zvučnih talasa moguće je demonstrirati kako talasi prenose energiju. Podsticati kreativnost učenika i potrebu za eksperimentisanjem, te uključiti učenika što je moguće više u izvođenje ogleda. Moguće je koristiti kompjuterske simulacije ili snimljene oglede. Moguće miskoncepcije su: Frekvencija je povezana sa glasnoćom zvuka (bez obzira na amplitudu talasa) Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problemske situacije. Potrebno je ukazati na opasnosti izlaganja buci, te na mjere zaštite koje je moguće poduzeti u slučaju zemljotresa. Moguće je provesti i projekt radi mjerenja razina buke u svom okruženju, te na taj način razvijati poduzetnost.	

Oblast: D/Elektromagnetizam	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.III.1. Razmatra svojstva stalnih magneta i interpretira pojam magnetnog polja.	• Opisuje, istražuje i grafički prikazuje magnetno polje Zemlje. • Tumači vektorsku prirodu magnetnog polja. Tumači pojam elementarnog magneta. • Upoređuje električno i magnetno polje. • Primjenjuje koncept magnetnih domena za tumačenje feromagnetnih svojstava.(*, **) • Primjenjuje princip superpozicije magnetnih polja kod višestrukih izvora. (*, **) • Analizira ponašanje raznovrsnih materijala u magnetnom polju. (*,**) • Evaluira razlike u ponašanju tvari koje se nađu u magnetnom polju (dijamagnetici, feromagnetici, paramagnetici), te analizira odgovarajuće primjene u praksi. (*,**)
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.3.1.**
Ključni sadržaji	
Elementarni magneti, dija-, para- i feromagnetizam, veličine koje karakterišu magnetno polje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezati osnovna znanja iz geografije i svakodnevnog života u smislu magneta. Uvesti pojam magnetnog polja koristeći magnetnu iglu, po mogućnosti, kao indikator jačine i smjera magnetnog polja u određenoj tački prostora. Moguće je povezati magnetizam stalnih magneta i elektromagneta. Moguće miskoncepcije su: • Elektricitet i magnetizam su dva neovisna fenomena. • Sjeverni i južni magnetni pol isto su što i pozitivno i negativno naelektrisanje. • Linije magnetnog polja uvijek izviru iz jednog i poniru u drugom magnetnom polu. • Magnetne polove je moguće izolovati . Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problemske situacije. Objasniti karakteristike materijala i podjelu na feromagnete, dijamagnete i paramagnete koristeći kompjuterske simulacije, po mogućnosti.	

D.III.2. Primjenjuje znanje o magnetnim efektima električne struje i djelovanju magnetnog polja na naboj u kretanju.	• Opisuje ponašanje provodnika sa strujom u magnetnom polju. • Koristi izraze za magnetnu indukciju pravolinijskog provodnika, kružnog provodnika i solenoida, a radi rješavanja kvalitativnih i kvantitativnih problema. • Uspostavlja veze i odnose između Amperove i Lorentzove sile, te objašljava kretanje naelektrisanih čestica u magnetnom polju. • Opisuje primjenu elektromagneta. Rješava fizikalne probleme koji uključuju razmatranje Amperove sile i Lorencove sile, kao i izraza za međudjelovanje paralelnih struja. • Analizira princip rada ciklotrona. (*, **) • Istražuje eksperimentalnim putem ponašanje provodnika sa strujom u magnetnom polju. • Istražuje eksperimentalnim putem međudjelovanje paralelnih provodnika. • Istražuje uticaj magnetnog polja električnih uređaja na zdravlje ljudi (odašiljači, dalekovodi). • Analizira primjenu magnetnih sila u svakodnevici i tehnici (elektromagnetne dizalice, ciklotron, elektromotor).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.3.2.**
Ključni sadržaji	
Magnetno polje pravolinijskog provodnika, kružnog provodnika i solenoida, Oerstedov ogled, Amperova sila, Lorentzova sila, djelovanje magnetnog polja na provodnik kojim teče struja, međudjelovanje provodnika sa strujom, kretanje naboja u magnetnom polju, ciklotron.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Izvesti ogled za Amperovu silu i primjenu Amperove sile u uređajima poput zvučnika, magnetnog diska... Izvesti Oerstedov ogled. Analizirati kretanje naboja u magnetnom polju pomoću kompjuterskih simulacija ili snimljenih ogleda/videa (ubrzavači čestica). Vezu magnetizma stalnih magneta i elektromagneta moguće je razvijati kroz razmatranje sila kojima neko vanjsko magnetno polje djeluje na okvir sa strujom, na sličan način kao što bi djelovalo i na stalni magnet. Moguće miskoncepcije su: Magnetne sile mogu djelovati i na naboj u stanju mirovanja. Kada se naboji slobodno kreću oni se uvijek kreću ka jednom od polova magneta. Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problemske situacije.	
D.III.3. Razmatra pojavu elektromagnetne indukcije i njenu primjenu u praksi.	• Navodi primjere primjene elektromagnetne indukcije. • Razlikuje međusobnu indukciju i samoindukciju, te ih kvalitativno tumači u konkretnim primjerima. • Opisuje različite načine na koje je moguće ostvariti promjenu magnetnog fluksa, te koristi Faradayev i Lenzov zakon radi rješavanja kvalitativnih i kvantitativnih problema. • Interpretira Faradayev zakon i Lenzovo pravilo kod elektromagnetne indukcije. • Rješava kvalitativnim i kvantitativnim putem probleme vezane za elektromagnetnu indukciju. • Tumači pojavu elektromagnetne indukcije na mikroskopskom nivou (razdvajanje naboja u provodniku). • Kritički evaluira historijska otkrića povezana sa elektromagnetnom indukcijom i njenu primjenu. Istražuje eksperimentalnim putem uticaj brzine promjene fluksa na indukovani napon.

	• Istražuje primjere primjene elektromagnetne indukcije u praksi (indukciona peć, detektor metala). • Analizira princip rada generatora, transformatora, i elektromotora, te objašnjava zašto se prilikom prenosa elektriþne energije koristi visoki napon. (*, **) • Diskutuje iz perspektive fizike o složenom sistemu proizvodnje, prijenosa i potrošnje električne energije, ukazjući pri tome na društveni i privredni znaþaj optimiziranja procesa proizvodnje, prijenosa i potrošnje energije (u smislu ostvarivanja ušteda i očuvanja životne okoline). • Planira, implementira i predstavlja projekt iz oblasti elektromagnetizma (npr. model generatora).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 3.3.3.**
Ključni sadržaji	
Elektromagnetna indukcija, samoindukcija, međusobna indukcija, Faraday-ev zakon, Lentz-ovo pravilo, generator, transformator.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Podsticati učenike na kreativnosti i kritično razmišljanje, te zaključivanje prilikom demonstriranja što većeg broja situacija koje bi dovele do induciranja elektromotorne sile. Uvesti Lenzovo pravilo putem ogleda u kojem se ispituje međudjelovanje solenoida sa strujom i aluminijskog prstena okačenog uz otvor solenoida. Razmotriti stepen korisnog djelovanja električnih mašina. Moguće miskoncepcije su: Indukcija napona ne zahtijeva vršenje rada. Napon se može generirati samo u zatvorenom električnom kolu. Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problemske situacije. Objasniti ulogu transformatora pri prenosu električne energije.	
D.III.4. Sastavlja i evaluira kola naizmjenične struje i njihovu primjenu u praksi	• Definiše osnovne veličine i zakone koji opisuju kola naizmjenične struje. • Analizira konceptualne razlike između istosmjerne i naizmjenične struje, uključujući i mehanizme njihovog dobijanja. • Interpretira značenje frekvencije i efektivne vrijednosti jačine naizmjenične struje. • Objašnjava prednosti i nedostatke naizmjenične i istosmjerne struje. • Prepoznaje osnovne elemente u kolima naizmjenične struje. • Konstruiše jednostavna kola naizmjenične struje. • Izvodi zaključke o naizmjeničnoj struji na osnovu datih grafikona (npr. tumači ovisnost trenutne jačine struje o vremenu). • Analizira konceptualne razlike između termogenog, induktivnog i kapacitivnog otpora, te tumači pojam električne impedanse. • Sastavlja realna i virtualna (simulacije) kola naizmjenične struje. • Analizira princip rada instrumenata za mjerenje jačine i napona naizmjenične struje. (*, **) • Tumači i računa aktivnu, reaktivnu i prividnu snagu kao i električnu impedansu. • Kvalitativno i kvantitativno opisuje aktivnu, reaktivnu i prividnu snagu kao i električnu impedansu. (*,**)

	• Primjenjuje zakone elektrodinamike kod rješavanja problema u kolima naizmjenične struje. (za **; *** samo do srednjeg nivoa složenosti) • Opisuje najbitnije karakteristike električne mreže u domaćinstvu i ukazuju na potencijalne opasnosti po zdravlje pojedinca. • Raspravlja o važnosti električne energije za društvo i privredu, argumentuje prednosti štednih sijalica i procjenjuje mjesečne troškove vezane za korištenje električne energije u sopstvenom domaćinstvu. (**)
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.1.**
Ključni sadržaji	
Naizmjenična električna struja, svojstva i princip dobivanja, efektivne vrijednosti, maksimalne vrijednosti i trenutne vrijednosti napona i jačine električne struje, otpori u kolu naizmjenične struje, snaga naizmjenične struje, transformatori i generatori, prijenos električne energije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Uvesti pojam naizmjenične struje i jednostavnog električnog kola koje uključuje samo termogeni otpor. Analizirati u skladu sa mogućnostima RLC kolo, objašnjavajući serijsku i paralelnu vezu. Istaknuti značaj transformatora za sistem snabdijevanja električnom energijom. Preporučuje se razmatranje električnih kola u kontekstu domaćinstva, kao i tematika zaštite od strujnog udara i pružanja pomoći unesrećenom Preporučuje se pažnju posvetiti konceptualnom značenju kapacitivnog i induktivnog otpora, prije nego pređemo na razmatranje oscilatornih kola.	
D.III.5. Analizira elektromagnetne oscilacije i talase i različite vidove njihove primjene praksi.	• Opisuje nastanak i širenje elektromagnetnih talasa. • Navodi primjere upotrebe elektromagnetnog talasa. • Opisuje svojstva (talasnu dužinu, frekvenciju, faznu razliku, brzinu) elektromagnetnih talasa. • Opisuje i tumači pretvaranja energije u električnom oscilatornom kolu. • Povezuje generisanje elektromagnetnih talasa sa ubrzavanjem naboja ili s promjenama na nivou atoma/jezgre. (*, **) • Analizira spektar elektromagnetnih talasa. Tumači matematička predstavljanja ravnog elektromagnetnog talasa. (*, **) • Analizira rad detektora elektromagnetnih talasa. (*, **) • Analizira mogućnosti prenosa energije putem elektromagnetnog talasa i različite vidove njihove primjene u praksi (npr. mikrovalna pećnica, rendgenski snimak, prenos informacija na daljinu). • Istražuje i diskutuje o problemu elektromagnetnog zagađenja i uticaju istog na čovjekovo zdravlje.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.1.**
Ključni sadržaji	
Električno oscilatorno kolo, otvoreno i zatvoreno, dipol (antena), Thopmsonova formula, elektromagnetni talasi, spektar elektromagnetnih talasa.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Važno je istaknuti da promjenom električnog polja inducira se magnetno i obratno. Po mogućnosti ilustrirati kroz simulaciju ili misaoni eksperiment. Potrebno je posebno obratiti pažnju na korektan način tumačenja ilustracije ravnog elektromagnetnog talasa.	

Oblast: E/Optika i moderna fizika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
E.III.1. Analizira historijski razvoj ideja o prirodi svjetlosti i primjenjuje temeljne zakone fotometrije u konkretnim kontekstima.	• Analizira historijski razvoj ideja o prirodi svjetlosti i metoda mjerenja brzine svjetlosti. • Navodi različite teorije o prirodi svjetlosti. • Navodi i definiše fotometrijske veličine: svjetlosni fluks, jačinu izvora svjetlosti, osvijetljenost, sjaj i osvjetljaj. • Rješava kvantitativne i kvalitativne probleme u oblasti fotometrije. (za **, *** samo do srednjeg nivoa složenosti) • Kritički procjenjuje informacije o rasvjeti u enterijerima i eksterijerima radi postizanja optimalne osvijetljenosti i maksimalne uštede energije. • Koristi Lambertov kosinusni zakon radi određivanja osvijetljenosti.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.1. FIZ 4.2.2.**
Ključni sadržaji	
Svjetlost, dualna priroda svjetlosti, talas, foton, brzina svjetlosti, astronomske i teretističke metode oršivanja brzine svjetlosti, fotometrija, fotometrijske veličine, svjetlosni fluks, jačina izvora svjetlosti, osvijetljenost, sjaj, osvjetljaj, Lambertov zakon, fotometri.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezati svjetlost sa prenošenjem energije. Objasniti metode određivanja brzine svjetlosti. Poželjno je izvesti zakone fotometrije pomoću eksperimenta zasnovanom na korištenju fotoćelija. (*,**) Kod Lambertovog kosinusnog zakona istaknuti njegova ograničenja (npr. u slučaju izvora koji nisu tačkasti). Istaknuti značaj dobre osvijetljenosti radnog prostora za zdravlje čovjeka (povezanost sa ergonomijom**).	
E.III.2. Istražuje temeljne zakonitosti i pojave iz oblasti geometrijske optike i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Navodi temeljne zakone geometrijske optike (zakon pravolinijskog prostiranja, zakon nezavisnosti prostiranja svjetlosnih zraka, zakon odbijanja, zakon prelamanja). • Koristi Huygensov princip da objasni odbijanje i prelamanje svjetlosti. • Objašnjava pojavu totalne refleksije, te je primjenjuje za rješavanje problema u raznovrsnim kontekstima (optički kablovi,..). • Istražuje i opisuje preslikavanje predmeta na optičkim elementima. • Rješava kvalitativne i kvantitativne probleme u oblasti geometrijske optike. (za **, *** samo do srednjeg nivoa složenosti) • Opisuje primjenu odbijanja, prelamanja svjetlosti u tehnologiji (u optičkim instrumentima,..) • Analizira princip rada i upotrebu optičkih instrumenata. (za *** samo lupa, i najjednostavniji model mikroskopa i teleskopa) • Opisuje od čega zavisi optička moć sočiva. • Objašnjava kako vidimo, te tumači optičke nedostatke oka i načine korigovanja tih nedostataka. (za ** detaljno razmatranje) • Istražuje eksperimentalnim putem temeljne zakone geometrijske optike (zakon pravolinijskog prostiranja, zakon nezavisnosti prostiranja svjetlosnih zraka, zakon odbijanja, zakon prelamanja). (*,** detaljnija analiziranja)

Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.2.**
Ključni sadržaji	
Geometrijska optika, svjetlosni zrak, snop, odbijanje, prelamanje svjetlosti, apsolutni i relativni indeks loma svjetlosti, totalna refleksija, optički elementi (ogledala, sočiva,..), optički instrumenti (durbin, lupa, mikroskop, teleskop, fotoaparat, projektor,..), oko, nedostatci sočiva i oka, moć razlučivanja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Poželjno je skrenuti pažnju na dijagnosticiranje problema sa vidom, u pravo vrijeme i mogućnost otklanjanja tih nedostataka modernim metodama. Podsticati kreativnost kroz implementiranje projekta (npr.kreiranje modela teleskopa) ili po mogućnosti organizirati posjetu posmatranja putem teleskopa. Objasniti princip rada mikroskopa (po mogućnosti praktično pokazati **). Matematički (geometrija i trigonometrija) objasniti optičke instrumente (*, a ** srednja složenost).	

4. razred gimnazije

/PIP, M-IIP - 90 nastavnih sati godišnje, OIP i ZIP - 60 nastavnih sati godišnje/

Oblast: A/Fizika, društvo i tehnologija	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.IV.1. Planira i provodi fizikalne eksperimente, te predstavlja dobivene rezultate.	• Prikuplja i obrađuje podatke koristeći se modernim tehnologijama (npr. softvere za obradu podataka, digitalna videoanaliza, senzori). • Argumentuje sa naučnog stanovišta navedenu hipotezu eksperimentalnog istraživanja. • Provodi samostalno eksperimentalna istraživanja otvorenog tipa: identifikuje predmet istraživanja, prikuplja relevantne podatke, kreira modele, bira metode istraživanja, te analizira i prezentira rezultate istraživanja. • Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta polazeći od dizajna, metoda, obrade podataka. • Računa i analizira mjerne pogreške. • Evaluira izbor eksperimentalnih metoda polazeći od procjene nedostataka eksperimentalne postavke i poteškoća u mjerenju.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.3.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u četvrtom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenici učestvuju u eksperimentalnim istraživanjima fizikalnih pojava putem demonstracionih ogleda, laboratorijskog ili projektnog rada. Eksperimentalna istraživanja izvode se individualno, u paru ili u skupini. Predloženi eksperimenti: • Demonstrirati interferenciju svjetlosti. • Istražiti Youngovih pruga interferencije. • Odrediti konstante optičke rešetke. • Istražiti disperziju svjetlosti. • Demonstrirati polarizaciju svjetlosti. • Odrediti Brewsterovog ugao za staklo. • Istražiti fotoelektrični efekat pomoću simulacije ili eksperimentalno. • Odrediti Planckovu konstantu. • Istražiti radioaktivni raspad pomoću kompjuterske simulacije ili raspada mjehurića pivske pjene. Ovu listu potrebno je shvatiti samo kao preporuku, koja može biti i proširena na procjenu nastavnika i koja odražava jedan od mogućih načina za razvijanje planiranja i provođenja fizikalnih eksperimenata u nastavi fizike za četvrti razred gimnazije. Prilikom izvođenja eksperimenata potrebno je posvetiti posebnu pažnju na sigurnost (prilikom upotrebe lasera kao izvora svjetlosti u optici) i podsticati da se izvode eksperimenti sa lako pristupačnim materijalima. Potrebno je insistirati na pravilnom navođenju izvora informacija.	
A.IV.2. Primjenjuje raznovrsne matematičke metode u opisu i rješavanju fizikalnih zadataka i problema.	• Koristi matematičke funkcije u kontekstu rješavanja fizikalnih zadataka i problema. • Rješava aproksimacijske i kontekstualno bogate probleme, te općenito probleme koji zahtijevaju kombinovanje većeg broja relacija. • Kritički se odnosi prema postavci i rješenju problema, te razlikuje relevantne od irelevantnih informacija. • Izvodi opći (simbolički) izraz za nepoznatu fizikalnu veličinu. • Predlaže vlastite primjere fizikalnih problema. • Rješava kontekstualne probleme koji zahtijevaju kombinovanje većeg broja relacija, te kritički obrazlaže rješenje fizikalnog problema.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.2.**

Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u četvrtom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Matematički metod: Potrebno je inzistirati na metodičkom pristupu izradi fizikalnih zadataka: vizualizacija, fizikalna rasprava, kreiranje i implementacija matematičkog plana, kritički osvrt na rješenje zadatka. Koristiti znanja o eksponencijalnim funkcijama i logaritamski račun pri poučavanju o radioaktivnosti i zračenju, a znanja iz trigonometrije za talasnu optiku. Prirodno, zdravstveno i opće područje u gimnaziji koristi matematički aparat koji koristi i u nastavi matematike, a u svrhu rješavanja fizikalnih zadataka i problema srednje složenosti. Matematičko-informatičko područje koristi kalkulus u svrhu rješavanja fizikalnih zadataka i problema veće složenosti. Ukoliko učenici iz jezičkog, društvenog i informacijsko-komunikacijskog područja imaju kao lični izbor Fiziku u četvrtom razredu gimnazije koriste matematički aparat koji odgovara njihovom području i to samo u svrhu obrade podataka dobivenih projektnim istraživanjem.	
A.IV.3. Koristi jezik i znanje fizike u kontekstima relevantnim za modernu svakodnevicu.	• Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i procese pozivajući se na osnovne principe fizike i koristeći vokabular (jezik) fizike. • Diskutuje i evaluira određena naučna rješenja u specifičnim primjenama (korist za društvo, ekonomiju, politiku, ekologiju i sl.) • Koristi raznovrsne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. • Tumači i koristi raznovrsne metode izražavanja (riječi, crteži, grafikoni, tabele, matematički izrazi, makete, simulacije, video-snimci) i oblasno- specifične reprezentacije (model svjetlosne zrake, fazori *) fizikalnih sadržaja i procesa. • Izvještava o rezultatima svoga rada na način koji je prikladan karakteristikama ciljne publike, uz adekvatnu naučnu argumentaciju. • Kreiranja pisane radove, na prikladan način citira i popisuje izvore informacija.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 5.1.1. FIZ 5.2.3. FIZ 5.3.2.**
Ključni sadržaji	
Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u četvrtom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je kod uvođenja novih pojmova u nastavi, zahtijevati opis tog pojma jezikom svakodnevnice, kako bi se uočile eventualne jezičke miskoncepcije i omogućio proces konceptualne promjene. Potrebno je insistirati na kombiniranju velikog broja različitih prikaza informacija i na aktivnostima prevođenja jednih prikaza u druge. Također, potrebno je priuštiti brojne prilike za komuniciranje o fizikalnim pojavama i procesima – bilo da se radi o diskutiranju o ishodima eksperimenta, prezentiranju seminarskog rada ili pisanju pripreme za eksperimentalni rad. U oblasti optike treba poticati i ohrabrivati da objašnjenja budu potkrijepljena dijagramima u kojima koristi model svjetlosne zrake. Za jezičko izborno područje preporučuje se dati učenicima da pišu eseje npr. na teme poput "Izvori energije pitanje budućnosti", " Nuklearna energija – prednosti i posljedice" i dr.. Zatim im se mogu dati naučno popularne knjige poznatih fizičara: Steven Hawking "Svemir u orahovoj ljusci", autobiografska knjiga Nikole Tesle " Moji pronalasci", ili knjiga o Menhetn projektu " Sjajnije od hiljadu sunaca" i druge, koje oni mogu pročitati i pripremiti interesantne prezentacije. Mogu im se dati referati o poznatim fizičarima (život, djelo, interesantne činjenice/anegdote) ili referati o istaknutim fizikalnim fenomenima poput zvuka, svjetlosti, energije, tvari i sl. . Za društveno izborno područje preporučuje se dati analizu historijskog razvoja fizikalnih ideja (historija fizike), referate o fizičarima (život, djelo, historijski značaj tj. uticaj na društvene tokove). Kako društveni smjer ima i geografiju mogu se ostvariti poveznice npr. Fizika svemira (konstrukcija kalendara, pomračenje Mjeseca, Sunca i dr.), također može se raditi projekat "Meteorološke stanice" kroz koji učenici mogu razvijati (koristiti) eksperimentalni metod fizike u kontekstu ovog područja. Za informacijsko-komunikacijsko područje preporuka je učenicima dati da izrade simulaciju, animaciju neke fizikalne pojave ili procesa, ili neku web stranicu koja popularizira fiziku kao nauku. Mogu koristit Algodo ili Physlet-e da istraže neku fizikalnu pojavu, proces ili riješe problem. Za sva područja koja nemaju Fiziku kao predmet u trećem razredu, ali je mogu kao lični izbor slušati u četvrtom razredu (jedan čas sedmično), preporuka je da urade jedan ili dva projekta godišnje kroz koja će učiti jezik i metod fizike kao nauke.	

Oblast: E/Optika i moderna fizika	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
E.IV.1. Opisuje svjetlost kao talas i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Opisuje svojstva (talasnu dužinu, frekvenciju, brzinu) svjetlosti kao elektromagnetnog talasa. • Navodi različite teorije o prirodi svjetlosti. • Navodi razlike između koherentne i nekoherentne svjetlosti. • Navodi pojave koje se opisuju talasnom prirodom elektromagnetnog zračenja i koristi Huygensov princip za njihovo tumačenje.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.2.**
Ključni sadržaji	
Svjetlost, elektromagnetni talas, Huygensov princip.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
O svjetlosti kao fenomenu učenici su učili u devetom razredu osnovne škole i trećem razredu gimnazije. Jedna od miskoncepcija jeste da je brzina svjetlosti beskonačna ili da se kroz gušću sredinu prostire brže kao i zvuk, što se može pobiti učeničkim istraživanjem metoda određivanja brzine svjetlosti u zraku ili nekoj sredini, ali i činjenicom da je zvuk mehanički talas. • Različite boje svjetlosti označavaju različite tipove valova. • Svjetlosni i radio talasi nisu iste prirode. • Brzina svjetlosti se nikada ne mijenja. • Ne postoji interakcija između svjetlosnih talasa i materije. Konceptualna promjena se može prevazići kroz problemske situacije. Istaknuti historijski razvoj ideje o talasnoj prirodi svjetlosti i njenim zagovornicima. Učenicima je važno da uoče koje pojave se mogu objasniti talasnom prirodom svjetlosti. Objasniti utjecaj elektromagnetskog zračenja (svjetlosti) na Zemlju i živi svijet. Na primjeru historijskog razvoja ideje o prirodi svjetlosti moguće je razvijati svijest o značaju argumentacije potkrijepljene dokazima. Oblast talasne optike svoj značaj naročito crpi iz činjenice da predstavlja plodotvoran kontekst za razvoj razumijevanja o jednom od ključnih fizikalnih koncepata, konceptu talasa. Time se daje znatan doprinos razvoju prirodoznanstvene pismenosti.	
E.IV.2. Opisuje i istražuje interferenciju i difrakciju svjetlosti i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Istražuje eksperimentalnim putem pojave interferencije i difrakcije svjetlosti. • Povezuje izgled difrakcijske slike (interferencija na dvostrukoj pukotini, difrakcija na jednoj pukotini, interferencija na optičkoj rešetki) s karakteristikama eksperimentalne postavke, te objašnjava ovisnost rezolucije optičkih instrumenata o talasnoj dužini korištene svjetlosti. • Rješava kvalitativne i kvantitativne probleme u oblasti talasne optike. • Analizira primjenu interferencije i difrakcije svjetlosti u svakodnevnom životu i tehnici (npr. rezolucija optičkih instrumenata, razlaganje svjetlosti na CD-u, holografija *,**, interferometrija*, **).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.2.**
Ključni sadržaji	
Interferencija svjetlosti, koherentnost izvora svjetlosti, difrakcija svjetlosti, difrakciona rešetka, holografija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kada je u pitanju talasna optika, u osnovnoj školi je stečeno činjenično znanje da svjetlost predstavlja elektromagnetni talas. U gimnazijskoj nastavi dublje je upoznavanje sa pojavama koje proističu iz talasne prirode svjetlosti. Pokazuje se da je izrazito zahtjevno razmišljati o pojavama talasne optike; često se miješaju talasni model i model zrake (npr. predodžba da širenjem pukotine uvijek dolazi do širenja difrakcijskih maksimuma) i postoje poteškoće za simultano razmišljanje o prostornom i vremenskom aspektu talasa. Zornost nastave se može obezbijediti kroz korištenje analogije sa talasima na vodi i odgovarajućih simulacija. Bitno je istaknuti da kod idealnog Youngovog eksperimenta svaka od pukotina predstavlja izvor samo jednog	

sekundarnog talasa, te da u svakoj tački zaslona imamo slaganje samo dva talasa. Samo slaganje poželjno je skicirati pomoću fazora (vektora čija dužina predstavlja amplitudu talasa; ugao između dva fazora odgovara faznoj razlici talasa)-samo (matematičko-informatičko izborno područje /M-IIP/). Tako se lijepo može objasniti kontinuirana raspodjela intenziteta svjetlosti duž zaslona kod Youngovog eksperimenta. Kod obrade difrakcije na jednoj pukotini treba istaknuti da sada imamo nešto širu pukotinu nego kod idealnog Youngovog eksperimenta, tj. beskonačno mnogo sekundarnih talasa iz svake pukotine. Ako su sekundarni talasi koji polaze od rubova pukotine u nekoj tački zaslona u fazi, onda zbog činjenice da imamo jos beskonačno mnogo sekundarnih talasa u istoj tački zaslona (koji dolaze iz ostalih tačaka pukotine i imaju faze koje su između faza rubnih sekundarnih talasa), u datoj tački zaslona umjesto maksimuma uočavamo minimum. Obavezno je pojavu maksimuma i minimuma potrebno prokomentarisati i iz perspektive zakona očuvanja energije. Moguće su korelacije sa Biologijom (npr. rezolucija kod mikroskopa), Informatikom (npr. zapis informacije na DVD-u, holografski zapis podataka, dobivanje holograma).	
E.IV.3. Opisuje i istražuje raspršenje i polarizaciju svjetlosti i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.	• Eksperimentalno istražuje pojavu rasijanja svjetlosti, te povezuje određene pojave iz svakodnevice s rasijanjem svjetlosti (npr. plavetnilo neba). • Eksperimentalno istražuje pojavu polarizacije svjetlosti. • Interpretira pojmove linearno polarizovane i nepolarizovane svjetlosti i upoređuje osobine polarizovane i nepolarizovane svjetlosti. • Istražuje različite načine dobivanja i primjene polarizovane svjetlosti. (*, **) • Istražuje pojave rasijanja i polarizacije svjetlosti u kontekstu svakodnevnog života i tehnike (npr. objašnjenje plavetnila neba, polarizovane sunčane naočale).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.2.**
Ključni sadržaji	
Rasijanje svjetlosti, polarizacija svjetlosti, nepolarizovana svjetlost, linearno i potpuno polarizovana svjetlost, Brewsterov zakon, Malusov zakon.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Razmišljanje o polarizaciji svjetlosti zahtijeva znatan nivo vizuo-spacijalnih sposobnosti, te se snažno preporučuje korištenje simulacija i 3D prikaza. Ogledi, rasprava i zaključak trebaju činiti najveći dio nastavnog procesa kao način upoznavanja i istraživanja fizikalnih pojava. Izvode se tako da potiču učenikovu intelektualnu aktivnost, razvijajući eksperimentalne vještine, tražeći što više samostalnosti u pretpostavljanju, opažanju, opisivanju, zaključivanju i analizi rezultata. Opisati primjere polarizacije svjetlosti iz prirode (polarizacijske naočale, dvolomac). Opisati primjere rasipanja svjetlosti iz prirode (duga, plavetnilo neba,..). Može se napraviti međupredmetna povezanost sa Tjelesnim odgojem (npr. polarizacione naočale kod skijaša) i Hemijom (npr. određivanje koncentracije supstanci na osnovu njihove optičke aktivnosti), Umjetnost (3D film - upotreba polarizacionih naočala).	
E.IV.4. Opisuje i primjenjuje osnovne ideje specijalne teorije relativnosti.	• Navodi i opisuje osnovne postulate specijalne teorije relativnosti. • Opisuje i primjenjuje osnovne ideje specijalne teorije relativnosti: relativnost istovremenosti, dilataciju vremena i kontrakciju dužine. • Objašnjava kako Ajnštanovi (Einstein) misaoni eksperimenti ilustruju posljedice specijalne teorije relativnosti (npr. kontrakcija dužine i dilatacija vremena). • Rješava kvantitativne i kvalitativne probleme vezane za pojave iz oblasti specijalne teorije relativnosti (npr. kontrakcija dužine, dilatacija vremena, relativnost istovremenosti, ekvivalentnost energije i mase).

	• Analizira informacije o posljedicama i primjenama specijalne teorije relativnosti u raznovrsnim kontekstima (npr. televizor sa katodnom cijevi, radarska kamera).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.3.**
Ključni sadržaji	
Majklson-Morlijev eksperiment, princip invarijantnosti brzine svjetlosti, princip relativnosti,inercijalni sistem, Galilejeve transformacije i relativnost, Lorencove transformacije, dilatacija vremena, kontrakcija dužine, granice primjenjivosti klasične mehanike, relativističke veličine u STR, ekvivalencija mase i energije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti testiranje STR na primjeru eksperimenta s atomskim satovima. Potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja o prostoru i vremenu i brzini svjetlosti (kao graničnoj vrijednosti), jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i tačnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu. Kod ovog je ishoda moguće primjenjivati snimljene eksperimente ili računarske simulacije. U okviru ove tematske cjeline moguće je ukazati na subjektivnost čulnog percipiranja, te pomoći u razvijanju stava da je dublja istina često skrivena ispod površine svakodnevne intuicije. Polazeći od ove ideje naučnici su kroz razvoj fizike doprinosili promjeni slike svijeta u kojem živimo.	
E.IV.5. Uspostavlja veze i odnose između pojmova gravitacije, prostora i vremena. (*)	• Opisuje astronomska zapažanja koja idu u prilog tezi o zakrivljenom prostoru (npr. gravitaciona sočiva). • Tumači princip ekvivalencije inertne i gravitacione mase. • Demonstrira i objašnjava kako masa zakrivljuje prostor. • Uspostavlja veze i odnose između pojmova gravitacije, prostora i vremena. • Prikuplja i procjenjuje informacije o posljedicama i primjenama opće relativnosti u raznovrsnim kontekstima (gravitacioni talasi, crne rupe, GPS).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.2.3.**
Ključni sadržaji	
Opća teorija relativnosti, zakrivljenost prostor-vrijeme.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kada je u pitanju opšta teorija relativnost najbitnije je razviti ideju da materija zakrivljuje prostor, a prostor određuje kretanje materije. Ova ideja se može zorno prikazati pomoću eksperimenata sa elastičnom membranom i kuglicama. Kod ovog je ishoda moguće primjenjivati snimljene eksperimente ili računarske simulacije.	
E.IV.6. Analizira kvantnu prirodu elektromagnetnog zračenja, te koristi temeljne pojmove i relacije kvantne mehanike.	• Razlikuje koncepte klasične i kvantne mehanike. • Definiše zakone zračenja apsolutno crnog tijela. • Tumači/objašnjava i koristi Planckovu hipotezu o diskontinuiranosti elektromagnetnog zračenja. • Opisuje svojstva toplotnog zračenja u funkciji temperature i talasne dužine emitovanog elektromagnetnog zračenja, te primjenjuje Wienov i Stefan-Boltzmannov zakon. • Interpretira fotoelektrični efekat i Komptonov (Compton) efekat (kvalitativno i kvantitativno) (*,**), te navodi primjere primjene fotoelektričnog efekta. • Upoređuje pojave toplotnog zračenja, fotoefekta i Komptonovog (Compton) efekta (*, **). • Istražuje i putem različitih prezentacija opisuje kako se mijenjaju svojstva toplotnog zračenja u

	funkciji temperature (npr. intenzitet, spektralna raspodjela). • Analizira historijski kontekst u kojem je došlo do postavljanja hipoteze o kvantnoj prirodi toplotnog zračenja. • Procjenjuje prikupljene informacije o primjenama zakona toplotnog zračenja, fotoefekta i Komptonovog (Compton) efekta (*, **) u različitim kontekstima (npr. mjerenje temperature Sunca, grotlo vulkana, fotoćelije). • Analizira značaj Plankove (Planck) hipoteze za razvoj kvantne mehanike. • Istražuje fotoelektrični efekat u kontekstu realnog ili virtualnog eksperimenta, te koristi odgovarajuće znanje radi predviđanja posljedica promjene fluksa ili talasne dužine upadajuće svjetlosti.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.3.1.**
Ključni sadržaji	
Toplotno zračenje, model apsolutno crnog tijela, Planckova hipoteza, fotoelektrični efekat, Comptonov efekat.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Preporučuje se toplotno zračenje obraditi u kontekstu jednostavnih eksperimenata i/ili misaonih eksperimenata, kako bi razvili svijest o tome kako smo uopšte došli do zaključaka o karakteristikama toplotnog zračenja. Imajući u vidu da je izučavanje toplotnog zračenja prokrčilo put za uvođenje kvantne hipoteze, ova tema može biti iskorištena za opis prirode fizike. Kada je u pitanju foto-efekat, potrebno je ukazati na značajnu konceptualnu vezu sa toplotnim zračenjem (emisija vs apsorpcija kvanata), te zakonitosti foto-efekta istražiti kroz virtuelni eksperiment. Pri tome je jako bitno i dobro shvatiti sve aspekte eksperimentalne postavke (npr. funkciju baterije). Pojam izlaznog rada može se zorno prikazati i kroz neke fizičke modele (npr. izbijanje loptica iz manje ili više dubokih posuda). Može se analizirati primjene fotoelektrične ćelije kod digitalnih fotoaparata. Poznato je da o ovoj tematici postoje brojne miskoncepcije; tako npr. često se smatra da tijela na temperaturi nižoj od 0 °C ne emituju toplotno zračenje, da se foto-elektroni iz katode izbijaju zbog postojanja baterije u kolu. Učenje o toplotnom zračenju može nam pomoći da razvijemo stavove o samoj prirodi fizike. Kreativno-produktivna kompetencija se može razvijati kroz projekt o primjenama toplotnog zračenja (npr. snimanje emisije toplotnog zračenja pomoću infracrvene kamere kod razmatranja toplotne izolacije u građevinarstvu).	
E.IV.7. Analizira talasno-korpuskularni model svjetlosti i tvari.	• Korištenjem de Broglieve hipoteze poredi elektrone i fotone s obzirom na njihova talasna i čestična svojstva. • Navodi difrakciju elektrona kao dokaz da elektroni imaju i talasnu prirodu. • Poredi svojstva elektronskog i svjetlosnog mikroskopa. • Objašnjava konceptualno značenje Šredingerove (Schroedinger) talasne funkcije. (*, **) • Povezuje talasnu funkciju s vjerovatnoćom nalaženja elektrona u određenom položaju (prostoru), te opisuje Heisenbergov princip neodređenosti. (*, **) • Analizira misaone eksperimente koji govore u prilog Hajzenbergovom (Heisenberg) principu neodređenosti. (*, **) • Procjenjuje prikupljene informacije o primjenama talasa materije u raznovrsnim kontekstima (npr. elektronski mikroskop).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.3.1.**

Ključni sadržaji
De Broglieva hipoteza, difrakcija X-zraka, difrakcija elektrona, talasno-korpuskularni dualizam, talasna funkcija, Heisenbergov princip neodređenosti.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Kada je u pitanju dualna priroda materije, potrebno je pokazati kako su saznanja o svjetlosti dovela do sličnih hipoteza o materiji. Pri tome može biti jako korisno povlačenje analogije između difrakcije svjetlosti i difrakcije elektrona. Heisenbergov eksperiment se također može efikasno uvesti u kontekstu difrakcije na jednoj pukotini. Moguće miskoncepcije su: De Broglieva talasna dužina stalna je za jednu vrstu čestice. • Difrakcija elektrona ne bi dešavala kada bi se elektroni ispaljivali jedan po jedan prema pukotini. • Čestice ne mogu imati valna svojstva. • Valna svojstva mogu imati samo čestice malih dimenzija, kao što je elektron. • Položaj čestice je u svakom trenutku tačno određen Fotoni više frekvencije su veći nego fotoni niže frekvencije. • Princip neodređenosti rezultat je ograničenja mjernih uređaja. Moguće je odgojno djelovati po pitanju potencijalne opasnosti izlaganja x-zračenju (može se napraviti međupredmetna veza sa Biologijom). Kod ovih je ishoda moguće primjenjivati snimljene eksperimente ili računarske simulacije. Preporučuje se primjenjivati zadatke i probleme srednje složenosti (OIP, ZIP i PIP) i veće složenosti (M-IIP).

E.IV.8. Evaluira modele atoma i analizira energijske spektre.	• Analizira historijski razvoj ideja o atomu (Thomso-nov, Rutherfordov, Bohrov i kvantno-mehaniþki model atoma), te povezuje strukturu atoma s položajem elementa u periodnom sistemu elemenata. • Objašnjava značenje atomskog broja, analizira red veličine karakterističnih dimenzija i energija unutar atoma, te objašnjava principe nastanka linijskih (emisijskih i apsorpcijskih) spektara kod atoma. • Opisuje Heisenbergovu relaciju neodređenosti u kontekstu fizike atoma. • Opisuje stanja elektrona u atomu pomoću četiri kvantna broja, te u kontekstu jednostavnih primjera primjenjuje Paulijev princip zabrane. • Istražuje i opisuje princip rada lasera. • Povezuje Borov (Bohr) model atoma sa idejama o talasnoj prirodi elektrona i Hajzenbergovim (Heisenberg) principom neodređenosti. • Analizira mehanizam nastanka linijskih, emisijskih i apsorpcijskih spektara ističući poveznice sa Zakonom očuvanja energije. (*, **) • Procjenjuje prikupljene informacije o primjenama atomske fizike u raznovrsnim kontekstima (npr. primjena lasera u medicini, preciznom mjerenju, modeli vođenja električne struje).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.3.2.**

Ključni sadržaji
Atomski spektri(apsorpcioni i emisioni), Bohrov model atoma, kvantno-mehanički model atoma, Paulijev princip isključenja, periodni sistem elemenata.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Atomski spektri su odraz strukture energetskih nivoa atoma, a atomi se kroz analizu spektra mogu jednoznačno identificirati (naglasiti praktičnu upotrebu spektralne analize). Prikazati simulaciju Ratherfordovog eksperimenta, navesti eksperimentalne činjenice dobivene u ovom eksperimentu, te ih prodiskutovati sa učenicima i izvesti zaključke. Moguće miskoncepcije su: • Elektroni se oko jezgra atoma kreću poput planeta oko Sunca. • Elektroni unutar atoma mogu imati bilo koju energiju. • Valna funkcija opisuje trajektoriju elektrona i dr.

Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problemske situacije. Bohrov modela atoma primjenjuje se za rješavanje računskih zadataka. Potrebno dati opis kvantno-mehaničkog modela atoma, primijeniti znanje radi određivanja elektronskih konfiguracija i primjene kvantne mehanike radi objašnjavanja periodnog sistema elemenata. Pri tome vrijedi pojasniti ulogu Paulijevog principa i Heisenbergove relacije neodređenosti za strukturu atoma. Moguće je kreirati značajne poveznice sa Hemijom (npr. objašnjenje periodnog sistema elemenata). Ova oblast nudi dobar kontekst za upoznavanje sa zakonskom regulativom u oblasti jonizujućeg zračenja.	
E.IV.9. Primjenjuje znanje o građi atomskog jezgra i evaluira primjenu nuklearne fizike u praksi.	• Opisuje osobine atomskog jezgra (npr. atomski broj, maseni broj, relacija između prečnika i broja nukleona i sl.). • Poredi nuklearne, gravitacione, električne i slabe sile (međudjelovanja). • Opisuje odabrane nuklearne reakcije. • Tumači ekvivalentnost energije i mase, poredi energiju oslobođenu po jednom nukleonu u fisiji i fuziji, te objašnjava kako Sunce posredstvom fuzije vodika u helij generiše energiju koja je potrebna za život na Zemlji. • Tumači prirodu radioaktivnog raspada, kao i svojstva alfa, beta i gama zračenja. • Zapisuje jednostavne nuklearne reakcije polazeći od Periodnog sistema elemenata i zakona očuvanja. • Određuje energiju oslobođenu u nuklearnim reakcijama i radioaktivnom raspadu. • Određuje grafičkim i analitičkim putem vrijeme poluraspada jezgre. • Rješava probleme koji uključuju proces radioaktivnog raspada (npr. datiranje ugljikom-14), istražuje primjere korištenja radioaktivnih izotopa u praksi (npr. medicinska dijagnostika, dozimetrija) i opisuje pravila sigurnog zbrinjavanja radioaktivnog otpada. • Određuje eksperimentalnim putem vrijeme poluraspada jezgre (simulacijom). (*, **) • Procjenjuje prikupljene informacije o uticaju radioaktivnog zračenja na žive organizme, te referira na pravila u oblasti radijacijske i nuklearne sigurnosti u BiH. • Procjenjuje prikupljene informacije o primjenama nuklearne fizike u raznovrsnim kontekstima (npr. medicinska dijagnostika i terapija, radio-karbonsko datiranje, vojna industrija).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.3.3.**

Ključni sadržaji

Nukleoni, modeli jezgre, međudjelovanje nukleona u jezgri, defekt mase i energija veze jezgra, radioaktivnost, zakon radioaktivnog zračenja, neklearne reakcije, nuklearna energija, djelovanje radioaktivnog zračenja na žive organizme, upotreba nuklearne energije (nuklearne elektrane).

Preporuke za ostvarenje ishoda

U osnovnoj školi učenici se upoznaju sa osnovama jezgre atoma, a u gimnazije se to znanje produbljuje i proširuje. Prodiskutovati sa učenicima o otkriću jezgre i njenih sastavnih dijelove, kao i o energiji koja je pohranjena u jezgri atoma. Kada je u pitanju nuklearna fizika često se smatra da radioaktivni raspad dovodi do nestanka jezgra, umjesto do njegove transformacije. Također, mnogi vjeruju da nakon dva vremena poluraspada nestaju sva jezgra. Ovo su miskoncepcije. Kada je u pitanju nuklearna fizika potrebno je povezati radioaktivni raspad sa nestabilnošću određenih jezgri. Zakon radioaktivnog raspada moguće je demonstrirati tako što od učenika tražimo da svi ustanu, a zatim da svako od njih baca kocku i sjedne ako baci šesticu. Nakon tri bacanja bi približno pola razreda trebalo da sjedi čime bismo uveli pojam vremena poluraspada. Moguće je pokazati da nakon 6 bacanja, tj. dva vremena

poluraspada još uvijek imamo značajan broj učenika koji stoje. Glavna funkcija čestične fizike se ovdje sastoji u boljem razumijevanju samih nuklearnih reakcija, uključujući radioaktivni raspad. Moguće je kreirati poveznice sa Biologijom (npr. efekti nuklearnog zračenja na ljudski organizam). Opisati nuklearne reakcije u zvijezdama i svemiru. Istražiti mogućnosti ostvarivanja kontrolirane termonuklearne fuzije (magnetska boca, laserska mikroeksplozija). Objasniti datiranje starosti organskih tvari pomoću ugljika C14. Kod ovih je ishoda moguće primjenjivati snimljene eksperimente ili računarske simulacije. Ova oblast nudi dobar kontekst za upoznavanje sa zakonskom regulativom u oblasti jonizujućeg zračenja. Moguće je kod razvijati svijest o prednostima (npr. nuklearna energija; nuklearna medicina) i opasnostima razvoja fizike (npr. nuklearna bomba; nuklearne nesreće u Fukushimi i Chernobylu).	
E.IV.10. Klasifikuje elementarne čestice i kritički razmatra uticaj razvoja tehnologije na razvoj fizike.	• Razlikuje četiri osnovna međudjelovanja i uspoređuje relativnu jakost osnovnih međudjelovanja. • Zna klasificirati elementarne čestice (leptoni, hadroni). (*, **) • Razlikuje čestice i antičestice. • Razlikuje fermione (kvarkove, leptone) i bozone (baždarne bozone, Higgsov bozon), te opisuje građu protona i neutrona. • Razlikuje elementarne od fundamentalnih čestica. • Klasifikuje čestice prema standardnom modelu (leptoni, kvarkovi, izmjenske čestice). • Objašnjava značaj analize kosmičkog zračenja u razvoju fizike elementarnih čestica (npr. otkriće pozitrona). • Primjenjuje zakone očuvanja (barionskog broja, leptonskog broja, naboja, stranosti) u reakcijama čestica. • Analizira mehanizme koji su u osnovi fundamentalnih međudjelovanja. (*, **) • Procjenjuje prikupljene informacije o primjenama znanja fizike elementarnih čestica (npr. poveznice sa kosmologijom). (*, **) • Skicira i interpretira Fejnmanove (Feynman) dijagrame. (*) • Procjenjuje teoriju superujedinjenja. (*, **)
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.3.3.**
Ključni sadržaji	
Elementarne čestice, fundamentalne sile, klasifikacija elementarnih čestica, antičestice, zakoni očuvanja, elektroslaba sila i standardni model, akceleratori čestica, ujedinjenje međudjelovanja, primjena znanja ove oblasti na razvoj tehnologije i uticaj razvoja tehnologije na razvoj fizike.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Opisati sudarivače čestica. Moguće je razbiti predrasudu o fizici kao nauci koja je prestala da se razvija; te se upoznavati sa aktualnim otkrićima unutar fizike visokih energija. Glavna funkcija čestične fizike se ovdje sastoji u boljem razumijevanju samih nuklearnih reakcija, uključujući radioaktivni raspad. Kod ovog je ishoda moguće primjenjivati snimljene eksperimente ili računarske simulacije.	
E.IV.11. Opisuje sastav i strukturu svemira.	• Opisuje na temelju promatranja i/ili simulacija, glavne objekte u svemiru (npr. zvijezde, sazviježđa, galaksije i nakupine galaksija). • Opisuje sastav svemira. • Tumači značenje astronomske jedinice i navodi jedinice koje se koriste za mjerenje astronomskih udaljenosti. (*, **) • Primjenjuje Doplerov (Doppler) efekat u optici za određivanje udaljenosti zvijezda. (*, **) • Opisuje našu galaksiju i Sunčev sistem.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.4.1.**

Ključni sadržaji	
Solarni sistem, zvijezde, galaksije, galaktička jata, Mliječna staza, Lokalno jato, maglice (nebule), sateliti, meteori, asteroidi, komete, crne rupe, tamna tvar, tamna energija, opservacijska astronomija, svemirske udaljenosti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Osnovna znanja o fizici Svemira stečena su krajem devetog razreda osnovne škole. U gimnaziji se očekuje produbljivanje tih znanja, te opisivanje određenih zakonitosti pomoću matematičkog aparata. Treba imati na umu da mnogi često nemaju osjećaj za red veličine rastojanja u Svemiru. Mogu se navesti primjeri: Kada bi Sunce sada eksplodiralo trebalo bi proći 8,2 min da mi to saznamo, jer toliko treba svjetlosti koja ima najveću brzinu u prirodi da pređe 1 AU. Kada posmatramo zvjezdano nebo noću vidimo daleku prošlost jer svjetlost od zvijezda putuje stotinama, hiljadama, milionima svjetlosnih godina. Mogu se koristiti i edukativni filmovi o dimenzijama i udaljenostima u svemiru. Preporučljivo je učenje o fizici Svemira započeti sa Sunčevim sistemom. Pri tome se preporučuje korištenje 3D modela ili tehnologija virtuelne stvarnosti. Može se koristiti software Stellarium za prikaz objekata u Sunčevom sistemu, svemiru, ali i za posmatranje sazviježđa, i njihovog izgleda i položaja u prošlosti i sadašnjosti. Prodiskutovati o orjentaciji pomoću zvijezde Polaris (Sjevernjače), da li su i stari Egipćani orijentisali se pomoću ove zvijezde, te koja zvijezda će u budućnosti imati ulogu Sjevernjače. Izučavanje date tematske cjeline kroz historijsku perspektivu doprinosi razvijanju svijesti o tome kako se slika svijeta mijenjala tokom vremena, te nam govori o prirodi čovjekovog pogleda na svijet općenito. Moguće je kreiranje poveznica sa Geografijom (npr. karakteristike Sunčevog sistema). Značajno motivacijsko djelovanje moguće je postići kroz posjete planetariju i praktično posmatranje neba, a preporučuje se i posjeta astronomskom društvu.	
E.IV.12. Opisuje model nastanka i evolucije svemira.	• Opisuje nastanak i razvoj svemira. • Opisuje teoriju Velikog praska kao početak "prostor-vremena", te tumači Hubbleov zakon i hlađenje svemira. • Navodi glavne postavke teorije Velikog praska. • Primjenjuje Hubleov (Hubble) zakon za rješavanje kvalitativnih i kvantitativnih problema. • Pravi pregled teorije Velikog praska i karakterističnih etapa razvoja Svemira, od početka “prostor-vremena”, preko nastanka elementarnih čestica, do nastanka atoma, galaksija i Sunčevog sistema. (*, **) • Argumentuje kako se postojanje kosmičkog pozadinskog zračenja koristi kao dokaz teorije Velikog praska. (*, **) • Objašnjava evoluciju svemira pomoću Doplerovog (Doppler) efekta. (*, **) • Procjenjuje prikupljene informacije o istaknutim pojavama i procesima u oblasti kosmologije (npr. kvazari, tamna materija).
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.4.2.**
Ključni sadržaji	
Veliki prasak, fizika čestica i kosmologija, teorije o Svemiru, nastanak i evolucija galaktika.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Opisati nastanak i razvoj svemira te eksperimentalne dokaze velikog praska. Kada je u pitanju kosmologija, duboko vjeruju u to da su svi atomi koje danas poznajemo stvoreni tokom samog velikog praska. Učenje o fizici Svemira predstavlja idealan kontekst za prikazivanje eksploracijske prirode fizike i evolucije fizikalnog znanja. Kada je u pitanju Teorija velikog praska, kod učenika treba raditi na prevazilaženju miskoncepcije da je Velikim praskom stvoren Svemir u trenutnoj formi. Pomoću duvanja običnog balona mogu se uvesti ideje o širenju Svemira i crvenom pomaku. Kroz razmatranje alternativnih teorija o nastanku i evoluciji Svemira (npr. Teorija stalnog stanja) moguće je podsticati i razvoj kritičkog razmišljanja. Za ovaj ishod mogu se koristiti simulacije, filmovi i sl.	

E.IV.13. Tumači procese formiranja i razvoja zvijezda.	• Opisuje glavne tipove zvijezda. • Istražuje i opisuje životni put zvijezda i pojam tamne materije, koristeći se različitim izvorima znanja uključujući i informacione tehnologije. • Raspoređuje zvijezde u spektralne klase s obzirom na njihovu temperaturu. • Objašnjava kako evolucijski put zvijezde ovisi o njenoj masi. • Objašnjava kako se spektralna analiza može koristiti za klasifikaciju zvijezda. (*, **) • Skicira i interpretira Hertsprung-Ruselov (Hertzsprung-Russell) dijagram (npr. zvijezde glavnog niza, bijeli patuljci, crveni divovi, superdivovi). (*, **) • Objašnjava Dopplerov efekt u astrofizici. (*, **) • Analizira budućnost svemira.
Poveznice sa ZJNPP	**FIZ 4.4.2**
Ključni sadržaji	
Klasifikacija zvijezda prema intenzitetu zračenja, Russell-Hertzsprungov dijagram, nastanak i evolucija zvijezda.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenicima pružiti dosta prilika da sami analiziraju Hertzsprung-Russelov dijagram. Mogu se opisati i sudari neutronskih zvijezda – kilonova (nastanak zlata i srebra u svemiru i povezati s gravitacijskim valovima). Kod ovog je ishoda moguće primjenjivati edukativne filmove ili računarske simulacije.	

E/ UČENJE I PODUČAVANJE

Učenje se najčešće definiše kao proces kojim iskustvo i psihička aktivnost proizvode relativno trajne promjene u ponašanju i mogućnostima obavljanja određenih radnji. Ono se između ostalog odvija kroz usvajanje znanja, vještina, stavova i navika. Jedan od najbitnijih principa poučavanja - princip konstruktivizma kaže: Znanje pojedinca rezultat je njegovih umnih napora, tj aktivnog interpretiranja stvarnosti i usklađivanje tih interpretacija sa već postojećim predznanjem. Jezikom svakodnevnice rečeno: nema učenja bez umnog napora. Priroda strukture znanja koju pojedinac kreira ovisi i o kontekstu unutar kojeg se odvija učenje, jer značajan dio kreirane strukture znanja čine i elementi koji opisuju kontekst i čijom naknadnom aktivacijom može doći i do aktivacije cjelokupne strukture kreiranog znanja. Ukoliko se učenje odvija isključivo u formalnim, apstraktnim kontekstima, mala je vjerovatnoća da će struktura znanja biti funkcionalna u nekim konkretnim kontekstima svakodnevnice i tehnike. Za funkcionalnost znanja, tj. njegovu primjenjivost u širokom spektru situacija, bitno je i odgovarajuće sadržaje fizike razmatrati u mnogim i što raznovrsnijim kontekstima. Općenito, učenje treba prvenstveno postaviti u one kontekste u kojima želimo da učenici primjenjuju stečeno znanje.

Motiviranje učenika, kreiranje pozitivnog emocionalnog ozračja i razvijanje samopercepcije kod učenika, ne samo da može povoljno utjecati na učenika, nego može rezultirati pozitivnijim stavovima prema školi, boljom disciplinom i općenito, većim zadovoljstvom učenika. Struktura i artikulacija odgojno-obrazovnog procesa fizike moraju motivirati učenika za samostalnim učenjem. Različiti učenici imaju različite kognitivne odgovore na nastavne situacije i različito pristupaju učenju. U tom smislu preporučuje se da se nastava kreira na takav način da bude usklađena sa potrebama, sposobnostima i stilovima učenja što većeg broja učenika. To je moguće samo ukoliko se koriste raznovrsne metode, oblici rada, nastavne tehnologije i reprezentacije sadržaja fizike. Zato je važno da se koriste metode i načini podučavanja koji će potaknuti aktivno učenje. To su ponajviše metode koje potiču međudjelovanje između učenika i nastavnika, kao i učenika međusobno.

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

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

Radi toga je važno da učenici urade jedan do dva istraživačka projekta u okviru nastave fizike, a koji su relevantni za ono što izučavaju u okviru nastave Fizike, za njihovo izborno područje u gimnaziji, a i radi međupredmetne povezanosti kako sa prirodnim naukama (Biologija, Hemija, Geografija) tako i sa ostalim područjima.

Rješavanje zadataka složena je vještina koja se postupno razvija. Iako je važna, ne treba joj davati središnje mjesto u nastavi Fizike. Treba primjenjivati konceptualne i numeričke zadatke kojima se provjerava proceduralno i metakognitivno znanje. Konceptualni zadaci uglavnom ne uključuju primjenu matematičkih operacija, a svrha im je razvijanje i provjeravanje učenikova razumijevanja fizikalnih koncepata i pripadnih reprezentacija, razvijanja sposobnosti kvalitativnog zaključivanja te osnovnih oblika naučnog zaključivanja. Numerički zadaci također zahtijevaju konceptualno razumijevanje, no primarno služe razvijanju i provjeravanju sposobnosti matematičkog modeliranja fizikalnih problema. Nakon obrade novih sadržaja prvo se vježbaju konceptualni, a tek potom numerički zadaci. Zadaci se trebaju razlikovati prema stepenu složenosti (niski, srednji i visoki) i nivou kognitivne zahtjevnosti. Zadaci niskog nivoa složenosti sadrže provjeravanje razumijevanja i primjene jednog koncepta, fizikalnog izraza ili pravila. Zadaci srednjeg nivoa složenosti ispituju razumijevanje, primjenu te analizu situacije koju povezuju manji broj koncepata, relacija, pravila ili reprezentacija (npr. grafovi, dijagrami sila, itd.) te manji broj koraka u planiranju i provođenju postupka rješavanja. Oni se također najčešće odnose na razumijevanje poznatih situacija iz okoline. Ovi zadaci su predviđeni za opće, zdravstveno i prirodno izborno područje, jer na taj način se učenici pripremaju za nastavak školovanja. Zadaci visokog nivoa složenosti tipično uključuju povezivanje i interpretiranje većeg broja koncepata, relacija, pravila ili reprezentacija te veći broj koraka u planiranju i provođenju postupka rješavanja. Oni su predviđeni za matematičko-informatičko izborno područje, jer predstavljaju pripremu za dalje školovanje i za takmičenja. Zadaci srednjeg i visokog nivoa složenosti zahtijevaju primjenu strateškog (metakognitivnog) znanja i pristupa problemu, koji uključuju vizualizaciju problema, fizikalni opis situacije i odabir relevantnoga fizikalnog modela, matematički opis, provođenje postupka rješavanja i evaluaciju dobivenog rješenja. Takvi zadaci (srednji visoki nivo složenosti) u većoj mjeri zahtijevaju upotrebu viših kognitivnih operacija, poput analize i donošenja zaključka na temelju evaluacije rezultata. U osnovnoj školi zadaci će uglavnom biti na nižem nivou složenosti, a zadaci srednjeg i visokog nivoa složenosti mogu se uvoditi kroz dodatnu nastavu, a u sklopu priprema za takmičenja . U srednjim školama treba uvesti zadatke svih nivoa kako bi se osigurala postupnost u razvijanju vještine matematičkog modeliranja. Zbog ograničenja kao što su broj sati nastavnih predmeta, matematička znanja i kognitivna zrelost učenika ne očekuje se primjena zadataka jednakog stepena složenosti u svim razredima i na svim temama, i za sva izborna područja. U sklopu ličnog izbora mogu se praktikovati samo konceptualni zadaci nižeg nivoa složenosti. 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 efikasnije u razvijanju viših kognitivnih sposobnosti (npr. zadaci s opsežnijim kontekstom, zadaci rangiranja i poređenja, opisivanje fizikalnih situacija koja odgovara zadanoj jednadžbi, otvoreni problemi itd.).

Za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama (učenici s teškoćama u razvoju, kao i nadareni učenici) nastavnici planiraju kurikulum u dogovoru sa kompetentnim licima (poput pedagoga, psihologa, defektologa i dr.) usmjeren na učenika.

Osobitosti ili teškoće kod učenika zahtijevaju njima shodne individualizirane (diferencirane) postupke, ciljeve učenja, nivo ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda, obim i dubinu sadržaja učenja, strategije i aktivnosti podučavanja kojima se žele ostvariti postavljeni ciljevi, te način vrednovanja i ocjenjivanja ostvarenih postignuća.

Nastava fizike nezamisliva je bez demonstracijskih ogleda, laboratorijskog rada, eksperimentalnih i projektnih istraživanja, pa je neophodno da se izvodi u specijaliziranim učionicama za fiziku (kabineti). U nastavi je potrebno koristiti mnoge savremene tehnologije, poput računara, savremene nastavne eksperimentalne opreme, interneta, kao i svega ostalog koje treba da budu na raspolaganju nastavniku i učenicima, a da omogućava praćene tokova savremene nastave poput STEM ili STEAM pristupa nastavi. Ukoliko situacija dozvoljava poželjno je da učenici imaju i izvan učioničku nastavu kao što su posjete Institutima, muzejima, opremljenim laboratorijama, odsjeku Fizike kada je Dan otvorenih vrata, nekoj fabrici/ tvornici gdje se koristi znanje fizike. U kontekstu digitalnog okruženja nastavu Fizike je moguće realizirati i kroz aktuelni eTwinning projekat koji vodi Agencija za predškolsko, osnovno i srednje obrazovanje, kroz online kolaborativno učenje tokom nastave/učenja, kao i kroz druge interkulturalne i naučne projekte i programe koji omogućavaju podršku razvoju učenika i jačanju ključnih kompetencija i životnih vještina.

F/VREDNOVANJE U PREDMETNOM KURIKULUMU

Evaluacija učeničkih postignuća je integralni dio procesa nastave i učenja sa obilježjima kontinuiranosti i sistematičnosti nastavnikovih aktivnosti, kvantiteta i kvaliteta, usmjerenog na cjeloviti razvoj učenikove ličnosti. Elementi vrednovanja u okviru ovog nastavnog predmeta su:

- Znanje i razumijevanje sadržaja fizike,
- Objašnjenje fizikalnih procesa i
- Istraživanje pojava.

1. **Znanje i razumijevanje sadržaja fizike** odnosi se na pamćenje podataka (ili informacija) i postupaka, tj. se na sve informacije i postupke koji se izričito obrađuju u nastavnom procesu (ili u udžbeniku) i na učeniku/ci je da ih pamti. Ovaj element vrednuje učenikovo poznavanje, opisivanje i razumijevanje koncepata fizike, kao i primjenu i povezivanje istih u objašnjavanju fizikalnih pojava, zakona i teorija jezikom fizike, tj. naučnim jezikom (npr. jednačine, grafički prikazi, skice i sl.). Ostvaruje se formativno ili sumativno, usmeno ili pismeno.
2. **Objašnjenje fizikalnih procesa** i pojava odnosi se prije svega na razumijevanje i primjenu znanja kategorija i klasifikacija unutar predmeta, te njihovih međusobnih odnosa u kvalitativnom kontekstu, gdje provjera znanja sadrži fizikalne situacije koje nisu izričito obrađene u nastavi; uključuje izradu modela objašnjenja za određene prirodne pojave, kao i procese predviđanja i donošenja zaključaka o implikacijama fizike na društvo, svakodnevni život i tehnologiju (afektivno znanje).
3. **Istraživanje pojava** odnosi se na upotrebu znanja o metodama, prirodi i jeziku fizike, tj. na kognitivne procese koji prevazilazi samo pamćenje podataka i postupaka, a u okviru metoda, prirode i jezika fizike. Zasniva se na vještini rješavanja računskih zadataka iz fizike, osmišljavanju i realizaciji eksperimentalnog istraživanja i vrednovanju istog, te analizi i interpretaciji dobivenih podataka. Također uključuje diferencijaciju, tj. razlikovanje između naučnih i nenaučnih argumenata, prevođenje i sintezu jednog načina predstavljanja podataka u drugi (npr. tabelarno u grafikonsko predstavljanje).

Bez obzira na tehniku ocjenjivanja koja se koristi, važno je da su problemi, zadaci i / ili aktivnosti korišteni za vrednovanje pažljivo odabrani kako bi ciljevi i sadržaj predmeta bili očuvani. Pored toga je važno obratiti pažnju na prethodno znanje učenika o kriterijima ocjenjivanja i nakon svakog vrednovanja dobiti odgovarajuće povratne informacije o svojim ostvarenjima i rezultatima. Sugerira se pravljenje kombinacija različitih tehnika vrednovanja. U nastavi fizike najčešće se koriste tehnike ocjenjivanja (načini prikupljanja podataka o postignućima): pismeni ispit, razgovor i usmeni ispit, aktivnosti učenika na rješavanju problema, provjeravanje kroz domaće zadaće, praktični rad, plakati i prezentacije, seminarski radovi, projektni zadaci, eksperimentalni zadaci, konceptualne mape i dnevnik učenja.

Kada je riječ o korištenju seminarskih radova kao jednom od načina vrjednovanja postignuća, treba uzeti u obzir ne samo fizikalnu ispravnost prikazanih podataka, već i logičku strukturu rada te kvalitetu izlaganja i rasprave.
Što se tiče projektnih zadataka, možemo ih koristiti za poticanje učenja o metodi fizike (vrednovanje kao učenje) i za razvoj poduzetništva i komunikacijskih vještina kod učenika. Pri korištenju projektnih zadataka mogući kriteriji ocjenjivanja su: struktura, jasnoća i fizikalna ispravnost (sadržaj i naučni metod) pisanog teksta; kreativnost; kvaliteta prezentacije i rasprave. Različiti kognitivni procesi mogu se razvijati i podsticati i kroz eksperimentalne zadatke, u kojima možemo procijeniti pisani tekst o izvedenom eksperimentu, ali i kvalitetu rasprave o eksperimentalnim rezultatima.

Za dnevnike učenja neophodno je da učenik/ca neprekidno sudjeluje u procesima kritičkog razmišljanja i samoevaluacije o vlastitom učenju i direktno potiču sam proces učenja (vrednovanje kao učenje). Uz to, pružaju bitne povratne informacije za samog nastavnika/cu. Mogući kriteriji ocjenjivanja slični su ostalim pisanim materijalima, a posebno je vrijedno istaknuti originalnost, nivo promišljanja i samoevaluacije.

Drugim riječima, bez obzira na tehniku ocjenjivanja, potrebno je pažljivo odabrati zadatke i pitanja, tj. da isti budu odraz postavljenih ciljeva i sadržaja predmeta. Također je za uspješnu realizaciju nastave neophodno kombinovati više različitih tehnika ocjenjivanja, kao i zadataka. Pogotovo kod složenijih vrsta vrjednovanja učeničkih postignuća, npr. ocjenjivanja projekata, važno je učenike unaprijed upoznati s kriterijima ocjenjivanja i koristiti odgovarajuće kontrolne liste za promatranje i / ili odjeljke za vrednovanje(ocjenjivanje).

Konkretno, poželjno je da: učenici preuzimaju odgovornost za svoje učenje, da se brinu o vlastitom sticanju znanja, da nastoje znanja fizike umrežiti u jedno koherentnu cjelinu i da teže konceptualnom razumijevanju. Za osiguranje nadgledanja vlastitog procesa učenja, ključna je misaona aktivnost samoevaluacije ili refleksivnog promišljanja.

Vrednovanje postignuća učenika postupak je određivanje ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda u nastavi Fizike. Vrednovanje je sistemsko prikupljanje podataka o procesu učenja i postignutom nivou kompetencija: znanjima, vještinama, sposobnostima, samostalnosti i odgovornosti prema radu. Cilj i svrha vrjednovanja prije svega je unapređenje procesa učenja i napredovanja učenika. Metode i tehnike kojima se može koristiti pri učenju i poučavanju Fizike za vrednovanje su: pisane provjere, usmeno ispitivanje, ciljana pitanja, kartice, praćenje aktivnosti učenika, kako tokom individualnog tako i tokom timskog rada, prezentacija rezultata rada, radne mape i sl. S ciljem unapređenja učenja primjenjuju se tri pristupa vrednovanju:

- Vrednovanje naučenog,
- Vrednovanje za učenje i
- Vrednovanje kao učenje.

Vrednovanje naučenog ima za cilj uvid u nivo usvojenosti znanja, vještina i stavova nakon učenja neke nastavne oblasti, više njih ili na kraju nastavne godine. Planirano se provodi najčešće usmenim provjerama i pisanim ispitima. Rezultira ocjenom ili nekom drugom vrstom sumativne procjene.

Vrednovanje za učenje je pristup koji predstavlja neodvojivi dio procesa učenja i poučavanja, te omogućava da se tokom istog vidi gdje su učenici u odnosu na postavljene ishode učenja. Usmjerava i poboljšava aktivnosti učenja i podučavanja. Učenicima pruža informaciju tokom učenja, kako unaprijediti učenje, a nastavnicima omogućava da odredi sljedeći korak u podučavanja.

Vrednovanje kao učenje omogućava učenicima razvoj vještina praćenja i samo vrjednovanje učenja. Učenici znaju koji su ciljevi učenja i kriteriji vrjednovanja, te ih prepoznaju u svojim radovima. Ovaj pristup doprinosi razvoju samostalnosti, samoinicijative i samokontrole vlastitog učenja. Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje imaju formativnu svrhu, te se koriste za poboljšanje učenja i podučavanja.

G/PROFIL I STRUČNA SPREMA NASTAVNIKA

1. OSNOVNA ŠKOLA

- Nastavu fizike od 7. do 9. razreda mogu izvoditi lica koja su završila odgovarajući fakultet i stekla zvanje:

- nastavnik/profesor fizike - opći smjer,
- nastavnik/profesor fizike - nastavnički smjer,
- nastavnik/profesor dvopredmetne grupe studija gdje je fizika glavni ili ravnopravan predmet, ako je to naznačeno u diplomi ili drugoj javnoj ispravi,
- profesor fizike - edukacija u fizici/fizika u obrazovanju, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
- profesor primijenjene fizike, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
- dipl. ing. fizike/diplomirani fizičar, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta.

- Nastavu fizike od 7. do 9. razreda mogu izvoditi i lica koja imaju završen najmanje I (prvi) ciklus Bolonjskog sistema studiranja u trajanju od tri (3) godine (180 ECTS bodova) ili četiri (4) godine (240 ECTS bodova) i koja su stekla akademsku titulu i zvanje bachelor ili ekvivalent za određenu oblast.
- Lica koja u toku studija nisu polagala ispite iz pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičke grupe predmeta, dužna su ove ispite položiti u roku od godinu dana od dana stupanja na posao nastavnika.

2. GIMNAZIJA

- Nastavu fizike mogu izvoditi lica koja su završila odgovarajući četverogodišnji studij i stekla zvanje:

- profesor fizike - opći smjer,
- profesor fizike - nastavnički smjer,
- profesor dvopredmetne grupe studija gdje je fizika glavni ili ravnopravan predmet, ako je to naznačeno u diplomi ili drugoj javnoj ispravi,
- profesor fizike - edukacija u fizici, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
- profesor primijenjene fizike, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
- dipl. ing. fizike/diplomirani fizičar, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta.

- Nastavu fizike mogu izvoditi i lica koja imaju završen najmanje II (drugi) ciklus Bolonjskog sistema studiranja u trajanju od jedne godine (60 ECTS bodova) ili dvije godine (120 ECTS bodova) – ukupno 300 ECTS bodova sa bodovima prvog ciklusa, koja su stekla akademsku titulu i zvanje magistra ili ekvivalenta za određenu oblast.
- Lica koja u toku studija nisu polagala ispite iz pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičke grupe predmeta, dužna su ove ispite položiti u roku od godinu dana od dana stupanja na posao nastavnika.