



Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
KANTON SREDIŠNJA BOSNA/SREDNJOBOSANSKI KANTON
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, ZNANOSTI, MLADIH, KULTURE I ŠPORTA
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, NAUKE, MLADIH, KULTURE I SPORTA

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA
FIZIKA
ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE

Travnik, lipanj 2025.



Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
KANTON SREDIŠNJA BOSNA/SREDNJOBOSANSKI KANTON
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, ZNANOSTI, MLADIH, KULTURE I ŠPORTA
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, NAUKE, MLADIH, KULTURE I SPORTA

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA

FIZIKA

ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE

Travnik, lipanj 2025.

Kurikulum nastavnog predmeta Fizika za osnovne škole i gimnazije

Voditelj predmetne Radne skupine

dr. sc. Jadranko Batista, doc.

Radna skupina za izradu predmetnog kurikulumuma:

Marijana Lasić

Martina Hrkać

Dragan Tomić

Irena Mihaljević

Niko Grganović

Robert Bošnjaković

Stručni tim za razvijanje, prilagodbu i inoviranje predmetnih kurikulumuma i njihovu primjenu u osnovnim i srednjim školama na području Kantona Središnja Bosna u kojima se nastavni proces realizira na hrvatskom jeziku

Ivica Augustinović, voditelj stručnog tima

Niko Grganović, voditelj radne skupine

Josip Prkić, član

Iva Stanić, administrator online platforme

Recenzent:

Sanja Kapetanović, prof.

SADRŽAJ

A/ OPIS PREDMETA	4
B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA	5
C/ PREDMETNO PODRUČJE KURIKULUMA	7
D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	10
<i>8. razred /70 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>10</i>
<i>9. razred /66 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>17</i>
<i>1. razred gimnazije /70 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>23</i>
<i>2. razred gimnazije /70 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>29</i>
<i>3. razred gimnazije /70 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>38</i>
<i>4. razred gimnazije /60 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>45</i>
E/ UČENJE I PODUČAVANJE	53
F/ VREDNOVANJE I OCJENJIVANJE	57

A/ OPIS PREDMETA

Fizika proučava prirodne zakone, opće koncepte energije i materije, međudjelovanja i gibanja u prostoru i vremenu. Opisuje realni svijet od njegova najmanjeg dijela do cijelog svemira. Fizika kao temeljna prirodna znanost osnova je za sve prirodne, tehničke i biomedicinske znanosti. Fizika je teorijska znanost, upoznaje učenike s činjenicama i principima znanosti, kao i njihovim primjenama. Kao eksperimentalna znanost služi se promatranjem i mjerenjem. Vrší sustavnu analizu, razvija i stvara nove teorijske modele i osmišljenim eksperimentima vrši njihove provjere. Eksperimentima otkriva nove zakone koji omogućuju bolje razumijevanje i predviđanje vremenskih promjena materije i proizvoljno odabranih sustava. Fizika razvija kognitivne vještine koje dovode do stvaranja i potvrđivanja znanstvenih spoznaja. Zbog potreba za preciznijim mjerenjima koristi postojeće i razvija nove tehnologije, te se fizika i tehnologija međusobno podupiru.

Traganjem za univerzalnim zakonima i sveobuhvatnim teorijama, razmišljanjem o problemima slijedeći metodu istraživanja, fizika izoštrava naš intelekt i poboljšava kritičko i kreativno razmišljanje i zaključivanje. Fizika razvija svijest kod učenika o prirodi i svemiru oko nas, upoznaje nas s praktičnom primjenom znanstvenih otkrića, njihovim dobrobitima i opasnostima, razvija moralne vrijednosti traganja za istinom, uči učenike da budu intelektualno poštteni i istinoljubivi, da njeguju različitosti i poštuju temeljne slobode, te postanu punopravni članovi društva, priprema ih se za cjeloživotno učenje i buduće poslove.

Kao nastavni predmet, Fizika omogućuje optimalni razvoj učenika u skladu s uzrastom, mogućnostima i sposobnostima uz pristup informacijama i znanju, osiguravajući jednake mogućnosti za kvalitetno obrazovanje usporedivo s regionalnim i svjetskim razinama. Učenjem fizike razvija se svijest za spol, rasu, nacionalnu pripadnost, jezik, društveno i kulturno podrijetlo i vjeroispovijest, promiču se ljudske slobode, opća načela demokracije i vladavine zakona, razumijevanje različitosti uz međusobno razumijevanje i toleranciju.

Konstruktivistički pristup učenju i podučavanju fizike potpomaže cjeloviti razvoj učenika, odabirući one modele učenja koji se oslanjaju na ueničke sposobnosti stavljajući učenika u središnje mjesto nastavnoga procesa. U nastojanju izgradnje znanja i vještina učenici se traženjem novih informacija uče upravljati vlastitim vremenom, razvijaju komunikacijske i informacijske vještine, kao i jezične kompetencije kroz usmeno i pismeno izlaganje.

Učenjem fizike se razvijaju sistematičnost, preciznost, vještine uočavanja i prepoznavanja, slušanja i izlaganja, obrazlaganja i interakcije.

Podučavanjem fizike usvajaju se matematička znanja koja se primjenjuju kako u prirodnim, tako i u ostalim znanostima. Razvijanjem modela atoma fizika se povezuje s biologijom i kemijom dajući objašnjenja korištenja fizikalnih zakona u kemijskim procesima koji su osnova svih procesa živih bića. Također, može se prepoznati u zdravim navikama i ishrani. Proučavanjem prirodnih pojava fizika daje modele podučavanja u geografiji poput klimatskih

promjena, geomorfološkim procesima, dinamike atmosfere. Fizika je povezana i s umjetničkim područjem poput osnovnih zakona stojnih valova i zvuka u glazbi, učinke Dopplerovog efekta.

Nastavni predmet Fizika pripada prirodno-znanstveno-matematičkom području zajedno s matematikom, kemijom, biologijom i geografijom. Fizika kao nastavni predmet koristi matematička znanja za razvijanje modela i opis prirode. Koristeći tako razvijene modele povezuje se s kemijom, posebice preko atomske i molekularne fizike i svojstava tvari, biologijom preko fizikalnih modela koje opisuju parametre unutar bioloških sustava, te s geografijom preko geofizičkih modela primijenjene fizike kao što su zatvoreni i otvoreni sustavi, zakoni očuvanja, klima i klimatske promjene, dinamika atmosfere, itd. S drugim predmetima fizika je općenito povezana tako da izgrađuje i opisuje realne modele, kako u našem okruženju tako i u društvu i društvenim odnosima općenito.

Razvojem društva i promjenjivim zahtjevima za znanja u suvremenom društvu mijenja se i koncepcija nastave. Izbor metoda i oblika rada u nastavi je od izrazite važnosti. Za razliku od tradicionalnih metoda u kojima je nastavnik bio aktivni sudionik procesa i prenositelj znanja, a učenik pasivni sudionik, u suvremenom pristupu nastavi učenik se uključuje u nastavni proces. U skladu s tim mijenjaju se metode podučavanja i tehnike učenja. Tehnike učenja su alati kojima se pospješuje razumijevanje sadržaja poput sažetaka, kartica, mnemotehnika, bilješki, modeliranja i vizualizacija problema. Suvremene metode aktivnog podučavanja usmjerenog na učenika su: dijaloška metoda, igra, učenje putem rješavanja problema, simuliranje i istraživačka metoda.

Nastavni predmet Fizika se podučava u osmom i devetom razredu osnovne škole i u svim razredima gimnazije.

B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA

- Usvajanje znanja i razvijanje učeničkih mogućnosti za logičkim, sustavnim i kritičkim razmišljanjem, te kreativnim i inovativnim sposobnostima.

Učeći fiziku učenici će razvijati logičko i kritičko razmišljanje, rješavajući različite probleme iz područja fizike. Traženjem novih načina rješavanja problema razvijaju kreativnost i sposobnost za dobivanje inovativnih ideja u svakodnevnome životu i društvenom okruženju.

- Razvoj vještina rješavanja problema uz postavljanje pokusa, njihovog izvođenja, mjerenja, dobivanja i vrednovanja rezultata i njihovog modeliranja korištenjem matematičkih i računalnih alata.

Izvođenjem pokusa učenici razvijaju vještine sustavnom pristupanju problemu, postavljanju pokusa, provedbi mjerenja i analizi rezultata. Povezujući ih s dostupnim tehnologijama razvijaju vještine korištenja računalnih alata za simuliranje.

- Individualni maksimalni razvoj uz stvaranje navika pravilnog korištenja znanstveno-istraživačkih pristupa.

Razvijanje navike promatranja i istraživanja problema, sustavnog načina razmišljanja i zaključivanja te korištenja metoda fizike doprinose razvoju opće sposobnosti ispravnog korištenja jezika fizike, rješavanja problema i načinima izražavanja. Uz razvoj eksperimentalnih vještina učenika stvaraju se navike za urednost i točnost, pažljivo pristupanje problemima, njihovoj analizi, klasificiranju i sistematizaciji. U ovim procesima potrebno je nastojati postizati maksimalni razvoj i stvaranje navika u skladu s učeničkim mogućnostima.

- Poticanje i održavanje interesa za fiziku i stjecanje znanja i vještina.

Nedostatak interesa učenika može biti priličan izazov za nastavnike, stoga se interes može promatrati kao medij i cilj obrazovnih procesa. Nastavnici mogu revitalizacijom sadržaja (tema), primjenom eksperimenata i tehnologije, korištenjem učenja temeljenog na projektima, međupredmetnim povezivanjem, te pokazivanjem upotrebe koncepta fizike u budućnosti učiniti nastavu atraktivnu za učenike.

- Razvoj komunikacijskih vještina i jezika fizike razmjennom ideja i rezultata.

Korištenjem različitih izvora informacija, te prikazivanje fizikalnih ideja, teorija i eksperimentalnih rezultata u raznovrsnim oblicima (npr. usmeno, grafički, tablično, analitički) poboljšava jezično-komunikacijske vještine učenika. Dodatno razvija čitateljsku pismenost, kulturu i navike, a kritičkim promišljanjem učenici poboljšavaju procjenu korisnosti i pouzdanosti informacija. Također vlastitim prezentacijama uče se preuzimanju odgovornosti za izrečeni i pisani sadržaj uz uvažavanje identiteta drugih.

- Razvijanje pozitivnih osobnosti, urednih i zdravih navika, uz razvijanje svijesti o povezanosti fizike, prirode i društva.

Izgradnja ideja temeljenih na opažanju, mjerenju i zaključaka temeljenih na znanstvenim činjenicama zauzima temeljno mjesto u učenju i podučavanju prirodno-znanstvenih predmeta. Stoga, razvijanjem prirodno-znanstvene pismenosti kod učenika, tj. razvijanjem znanja, vještina i stavova ključnih za izvođenje utemeljenih zaključaka razvija kod učenika prirodno-znanstveni pogled na svijet i odgovoran odnos prema prirodi, te svijest o utjecaju fizike na razvoj društva, tehnologije i važnost pristupa održivom razvoju.

C/ PREDMETNO PODRUČJE KURIKULUMA

Koristeći se teorijskim pretpostavkama i eksperimentalnim istraživanjima fizika pomiče granice spoznaje i razumijevanja realnog svijeta. Ona ujedinjuje dinamička znanja i opisuje izrazito veliki skup objekata i opisuje njihove međuovisnosti. Stoga, fizika kod učenika razvija sustavno i kritičko razmišljanje istražujući veliki spektar različitih problema kako iz različitih polja tako i iz svakodnevnog života.

Pristup podjele fizike na domene nije jedinstven, a ovdje se odlučilo na podjelu koja je dobivena prirodnim razvojem znanstvenih spoznaja i ideja unutar fizike kroz njezinu povijest. Fizika se dodatno isprepliće s prirodnim, tehničkim i biomedicinskim znanostima, nastoji odgovoriti na niz pitanja iz svakodnevnog života i okruženja. Stoga se, osim tradicionalnih područja, definirala i dodatna područja za međupredmetne teme. Fizika je na ovaj način podijeljena na predmetna područja: Mehanika, Molekularna fizika i termodinamika, Elektromagnetizam, Optika i moderna fizika i Fizika, društvo i tehnologija.

A/ Mehanika

Mehanika je temeljno područje fizike i zauzima posebno mjesto u strukturi. Druga područja koriste mehaničke veličine i oslanjaju se na područje mehanike kroz koncepte gibanja, međudjelovanja, energije i zakona očuvanja. Stoga, mehanika predstavlja izvrstan kontekst za ulazak u svijet fizike kroz njene sadržaje i metode te se proučava u prvoj godini obrazovanih ciklusa.

U okviru područja mehanike proučavaju se cjeline u kojima se opisuje gibanje tijela - kinematika, proučavaju se stanja gibanja - dinamika i statika, te opisuje koncept rada i energija. Dodatno se uči o pojmu tlaka i njegovoj primjeni u svakodnevicu kroz cjelinu - mehanika fluida, dok se cjeline mehaničkog titranja i valova ostavljaju za proučavanje neposredno prije predmetnog područja Elektromagnetizma, odnosno Optike i moderne fizike.

Dobro poznavanje mehanike preduvjet je za učenje drugih područja i stoga planiranje učenja i podučavanja mehanike zaslužuje posebnu pažnju. Dodatna vrijednost je u tome što se mehanika pri opisivanjima različitih sustava značajno primjenjuje u tehničkim znanostima (npr. rotacije tijela u strojarstvu, statike građevina u građevini), u medicini (npr. statika ljudskog tijela, krvotok kao sustav fluida), u sportu (poluge, stabilnost, dinamičnost ljudskog tijela) i mnogim drugim područjima.

B/ Molekularna fizika i termodinamika

Odgovor na pitanje od čega je sve sastavljeno je jedno od najvećih pitanja filozofije znanosti. Polazeći od stanja tvari i njihovih fizikalnih svojstava, molekularna fizika preko molekularno-kinetičke teorije objašnjava atome, molekule i ione kao građevne elemente neprekidnih dinamičkih sustava. Ovakav model (model čestične građe tvari) je izrazito važan i u direktnoj je korelaciji s drugim prirodnim znanostima, posebno s kemijom gdje se dodatnim

povezivanje ojačava razumijevanje građe tvari, međumolekularnih interakcija, izgradnje molekularnih sustava i njihovih fizikalnih svojstava i stanja, te pojava vezanih za ta stanja.

Koristeći se ovim modelom, termodinamika opisuje makroskopske sustave i njihova svojstva, proučava toplinu kao vid energije i uvjete njene transformacije, te opisuje termodinamičke procese u prirodi i tehnici koristeći se termodinamičkim zakonima.

Molekularno-kinetička teorija povezuje fiziku s kemijom i biologijom (modeli atoma i molekula), dok termodinamika povezuje fiziku s tehničkim znanostima proučavajući toplinsku energiju kao najvažniji svjetski resurs u procesima dobivanja mehaničkog rada i električne energije (kružni ciklusi, parni strojevi, termoelektrane), te ukazuje na važnost obnovljivih izvora energije i održivog razvoja.

C/ Elektromagnetizam

Učenje i podučavanje elektromagnetizma predstavlja izrazito zanimljivu temu jer se s jedne strane proučavaju odgovarajući fenomeni koji su izvan raspona svakodnevnih iskustava te njihova relevantnost nije odmah prepoznatljiva. S druge strane je bogata kontekstima konceptualnog razumijevanja razvoja temeljnih znanstvenih koncepata kao što su mezoskopski strukturni modeli, indukcija, polja sila i međudjelovanje na daljinu. Upravo elektromagnetsko međudjelovanje je jedno od temeljnih međudjelovanja u prirodi čiji koncept se koristi u proučavanju fizikalnih i kemijskih svojstava tvari (atomi i molekule). Radi jednostavnijeg uvida, elektricitet i magnetizam se prvo proučavaju kao odvojeni koncepti, a nakon toga se objedinjuju u teoriju elektromagnetizma. Koncepti elektromagnetskog polja i zakoni elektromagnetizma se sve više koriste u globalnom kontekstu i povezuju fiziku s tehnologijom i inovacijama. Razmatranje različitih elektromagnetskih sustava (od strujnih krugova s elementima, permanentni magneti i elektromagnetni u industriji, do kućanskih uređaja) koji se koriste u svakodnevici povezuje fiziku s primjenom znanja u svakodnevnom životu i njenom značaju na društvo općenito.

D/ Optika i moderna fizika

Učenjem i podučavanjem optike kroz cjeline fotometrije, geometrijske i valne optike proučavaju se svjetlosni efekti i priroda svjetlosti. Optika omogućuje bolje poznavanje svjetlosnih pojava i korištenja optičkih instrumenata. Korištenjem zakona geometrijske optike proučava se ponašanje svjetlosti na granici između sredstava preko zrcala i leća te njihovih kombinacija. U valnoj optici proučavaju se valna svojstva svjetlosti i posljedični efekti. Dodatna primjena optike i optičkih uređaja često se nalazi u informacijskim znanostima (laseri, optička vlakna), medicini i industriji (laseri, mikroskopi).

Proučavanje moderne fizike daje nam moderni pogled na svijet kroz razmatranje metodologija klasične fizike (eksperimenta i hipoteza) te odnosa eksperimenta i teorije koji su primjenjivi i u kvantnoj fizici. Misaoni eksperimenti poslužili su za raspravu o temeljnim konceptima moderne fizike koji su doveli do novih eksperimenata i spoznaja. Postavljanje hipoteza,

modela atoma, relacija neodređenosti, valno-čestičnog dualizma, teorije relativnosti, modela elementarnih čestica i standardnog modela svemira uvelike je promijenilo način razmišljanja i promišljanja na prostorno-vremenskoj ljestvici. Dodatno se sustavno razmatra razvoj ideja i koncepata kroz povijesno gledište fizike.

E/ Fizika, društvo i tehnologija

Nekoliko posljednjih desetljeća znanstvena znanja i tehnologija doživjela su izrazito ubrzan razvoj te su imala drastičan utjecaj na društvo. Društvo je postalo ovisno o tehnologiji kroz mnoge aspekte: zdravstvo, sigurnost, mobilnost, komunikacije, grijanje, rasvjetu, održivi razvoj i mnoge druge. Fizika je jedna od najvažnijih znanosti odgovornih za ovakav razvoj događaja.

Kroz predmetno područje Fizika, društvo i tehnologija učenici se uvode u svijet fizike, uče o prirodi fizike i njenim spoznajnim metodama. Koristeći matematičke i eksperimentalne metode dolazi se do razvoja stavova o prirodi, društvenim odnosima, prednostima ali i nedostacima korištenja tehnologija.

Dug je i složen put od nekog znanstvenog otkrića do njegove primjene i utjecaja na društvo. Čak i ako nema praktične primjene, znanstveno otkriće postaje dio kulture što povezuje fiziku i kulturu življenja. I dok u fizici otkrivamo stvari, u tehnologiji stvaramo stvari, te tako učenici uče primjenom tehnologije mijenjati svijet i dostižemo željene gospodarske i društvene ciljeve.

D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI**OSNOVNA ŠKOLA****8. razred /70 nastavnih sati godišnje/**

PREDMETNO PODRUČJE: A/ Mehanika	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.VIII.1. Učenik prepoznaje vrste gibanja.	• raspoznaje pojavu mirovanja, odnosno gibanja, te navodi primjere različitih vrsta gibanja • identificira dimenziju vremena u kinematičkim veličinama • opisuje fizikalne veličine kinematike.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
• gibanje • mirovanje • put • vrijeme • vremenski interval • brzina • krivocrtno i pravocrtno gibanje • jednoliko gibanje po pravcu • nejednoliko gibanje • srednja brzina • trenutna brzina • akceleracija • jednoliko ubrzano gibanje • slobodni pad.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Na primjerima iz svakodnevnice objasniti mirovanje odnosno gibanje i vrste gibanja. Opisati jednoliko gibanje po pravcu i da je brzina vektorska veličina. Opisati nejednoliko gibanje i potrebu izračunavanja srednje i trenutne brzine. Opisati akceleraciju i jednoliko ubrzano gibanje po pravcu; istaknuti slobodni pad kao primjer jednoliko ubranog gibanja. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (udaljenost dviju točaka, pravac), Tehnička kultura (prometna pravila) i Tjelesna i zdravstvena kultura (učenik prati i uspoređuje osobna postignuća).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.VIII.2. Učenik objašnjava gibanje matematičkim metodama, tablicama, grafikonima uz korištenje izraza za brzinu i ubrzanje.	• određuje brzinu koristeći se podacima dobivenim mjerenjem • ispunjava tablice gibanja, grafički objašnjava kinematičke veličine • prepoznaje brzinu i ubrzanje tijela iz dobivenih podataka, koji su rezultati mjerenja • svrstava slobodni pad u jednoliko ubrzano gibanje.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
• matematički izraz za brzinu, akceleraciju i slobodni pad • tablični prikaz • s-t graf, v-t graf, a-t graf.	

Preporuke za ostvarenje ishoda	
Jednoliko gibanje objasniti analitički (formulom), verbalno, tablično, s-t grafom i v-t grafom. Bilo bi dobro da učenik na osnovi grafa uoči razliku u brzini gibanja više tijela. Npr. veći nagib pravca u s-t grafu predstavlja veću brzinu. Što je pravac u v-t grafu udaljeniji od osi t, to je brzina gibanja tijela veća. Nejednoliko gibanje prikazati pomoću grafa, zatim ga usporediti s grafom jednolikog gibanja. Potrebno je usporediti grafički prikaz ubrzanog gibanja i grafički prikaz usporenog gibanja. Jednoliko ubrzano gibanje objasniti analitički (formulom), verbalno, tablično, a-t grafom, v-t grafom i s-t grafom. Pomoći učenicima uočiti razliku gibanja kada je akceleracija pozitivna veličina, kada je akceleracija negativna veličina i kada je akceleracija jednaka nuli. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (linearna jednadžba s jednom nepoznanicom, koordinatni sustav u ravni, proporcionalnost) i Informatika (Excel - crtanje grafikona).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.VIII.3. Učenik koristi međudjelovanja tijela.	• uz objašnjenje navodi primjere međudjelovanja, opisuje imenovane sile • definira silu navodeći oznaku za silu i mjernu jedinicu za silu, koristi silu kao vektorsku fizikalnu veličinu • mjeri silu primjenjujući Hookeov zakon i upotrebljavajući dinamometar • povezuje silu teže s gravitacijskim međudjelovanjem • razlikuje silu teže i težinu, te težinu i masu tijela • računa težinu tijela koristeći ubrzanje sile Zemljine teže • promatrajući pokus zaključuje koja su svojstva trenja i prepoznaje učinke trenja • razlikuje trenje kotrljanja od trenja klizanja, primjenjuje izraz za silu trenja • objašnjava ravnotežu i stabilnost tijela pomoću položaja težišta i veličine oslonca, navodi koje su vrste ravnoteže • objašnjava polugu, ravnotežu poluge i njenu primjenu u svakodnevnicima.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
• međudjelovanje • sila • vektor • elastična sila • produljenje opruge • dinamometar • njutn (N) • sila teže • težina • djelovanje više sila • pritisna sila • trenje • faktor trenja • težište • ravnoteža • poluga • krak sile • oslonac.	

Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je posebno istaknuti silu kao vektorsku fizikalnu veličinu. Zašto je sila vektorska fizikalna veličina i djelovanje više sila na jedno tijelo pokazati npr. pomoću učeničkog stola, uključujući i same učenike. Dobro bi bilo da učenici osjete iznos sila koje koriste u svakodnevnicu. Dodatno motivirati učenike da samostalno ili u parovima izrade dinamometar. Da bi bolje razlikovali masu i težinu tijela, s učenicima napraviti tabličnu usporedbu. Pokusom ili video simulacijom navesti učenika da samostalno zaključi koja su svojstva trenja; o čemu ovisi, odnosno ne ovisi. Koristeći se vagom s polugom i utezima navesti učenike da sami dođu do zaključka kada će poluga biti u ravnoteži. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (vektori, linearne jednadžbe s jednom nepoznanicom, proporcije), Kemija (atomi i molekule), Zemljopis (plima, oseka, kretanje nebeskih tijela), Biologija (građa i funkcija ljudskog i životinjskog organizma), Tehnička kultura (upotreba oruđa, alata) i Tjelesna i zdravstvena kultura (skok u vis).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.VIII.4. Učenik primjenjuje Newtonove zakone s ciljem objašnjavanja međudjelovanja.	• navodi 1. i 3. Newtonov zakon • definira mjernu jedinicu za silu • upotrebljava 2. Newtonov zakon.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
• 1. Newtonov zakon – zakon inercije • 2. Newtonov zakon – temeljni zakon gibanja • 3. Newtonov zakon – zakon akcije i reakcije • Njtn.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Newtonove zakone pojasniti kroz primjere i tražiti da ih i sam učenik pojasni navodeći odgovarajuće primjere iz svakodnevnice. Moguće koristiti video simulacije. Česta je pogrešna pretpostavka da stalna sila rezultira jednolikim gibanjem po pravcu. Moguće je izvesti pokus pomoću kolica, dinamometra, vibratora pa da učenik promatrajući, mjereći i računajući dođe do zaključka: stalna sila daje stalnu akceleraciju. Formulirati II. Newtonov zakon u matematičkom obliku i tumačiti mjernu jedinicu za silu. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnog predmeta Matematika (linearna jednadžba s jednom nepoznanicom, proporcionalnost, tijela).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.VIII.5. Učenik objašnjava povezanost rada s energijom.	• definira rad, razlikuje rad u svakodnevnicu od rada u fizici • definira pojam snage, prakticira matematički izraz za rad i snagu • opisuje kinetičku i potencijalnu energiju, identificira povezanost rada i energije • kroz primjere objašnjava pretvorbu energije i Zakon očuvanja energije
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	

- rad
- džul
- energija
- kinetička i potencijalna energija
- pretvorba energije i rad
- zakon očuvanja energije
- snaga
- vat.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Pojasniti razliku između rada u fizičkom smislu i rada u svakodnevnom životu. Na jednostavnim primjerima dovesti učenika do spoznaje o radu i djelovanju sile duž puta. Odgovarajućim metodama podučavanja navesti učenika da odredi izraz za rad pri djelovanju sile trenja i pri dizanju tereta na neku visinu.

Energija može biti pohranjena na različite načine, npr. u bateriji, u tijelu koje se kreće, u tijelu na nekoj visini i sl. (Moguće je podučiti učenike da se baterije klasificiraju kao opasni otpad i da ih je potrebno na odgovarajući način odlagati i reciklirati.)

Na velikom broju raznovrsnih primjera opisati pretvorbu energije iz jednog oblika u drugi.

Formulirati Zakon očuvanja energije, jedan od temeljnih prirodnih zakona.

Pojam snage tumačiti kroz primjere i uređaje iz svakodnevnice što će navesti učenika do spoznaje o odnosu snage, obavljenog rada i vremena u kojem je obavljen taj rad.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (fotosinteza i pretvaranje svjetlosne energije u kemijsku, čovjek i energija), Kemija (pretvorba energije iz fosilnih goriva), Tjelesna i zdravstvena kultura (energetska vrijednost hrane i zdrave prehrambene navike) i Tehnička kultura (energetski sustav).

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.VIII.6. Učenik objašnjava tlakove i njihove primjene i posljedice.	• razlikuje kapljevine i plinove • povezuje tlak i silu, navodi matematički izraz za tlak i definira osnovnu mjernu jedinicu za tlak • iskazuje Pascalov zakon, objašnjava izraz za hidrostatski i atmosferski tlak • objašnjava pojam uzgona, iskazuje Arhimedov zakon.
Poveznice sa ZJNPP	

Ključni sadržaji

- kapljevine
- plinovi
- tlak
- pascal (Pa)
- barometar
- atmosferski tlak
- hidrostatski tlak
- Pascalov zakon
- uzgon
- Arhimedov zakon.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Za bolje razumijevanje ove cjeline nužno je da učenik razlikuje kapljevine i plinove. U nastavi koristiti što više primjera iz svakodnevnog iskustva, provoditi eksperimente s lako dostupnim materijalima.

Kada se govori o tlaku, kao rezultat djelovanja sila okomito na površinu, istaknuti da je ta sila najčešće težina tijela (ne i isključivo).

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnih predmeta: Matematika (proporcionalnost) i Zemljopis (ciklona i anticiklona).

PREDMETNO PODRUČJE: B/ Molekularna fizika i termodinamika	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
B.VIII.1. Učenik opisuje čestičnu građu tvari.	• definira pojam i građu molekule • uspoređuje osobine tijela različitih agregacijskih stanja
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
• molekule • međumolekularni prostor • atomi • protoni • elektroni • neutroni • agregacijska stanja u prirodi i njihove osobine.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pokusom objasniti čestični model građe tvari. Npr. kako se osjeti miris parfema po cijeloj učionici ili je li kocka šećera u čaju nestala? Međumolekularni prostor demonstrirati npr. sačmom, sitne i krupne. Radi bolje usvojenosti ovog ishoda moguće je prikazati računalnu simulaciju koja prikazuje čestično - kinetički model u različitim agregacijskim stanjima. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnoga predmeta Kemija (tvari i njihova svojstva, vrste tvari, građa tvari).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
B.VIII.2. Učenik objašnjava procese u prirodi i tehnici temeljnim zakonima termodinamike.	• razlikuje temperaturu tijela, toplinu tijela i unutarnju energiju tijela • razlikuje Celzijevu i Kelvinovu temperaturnu ljestvicu • objašnjava toplinsko širenje tijela, promjenu obujma i gustoće tijela s temperaturom • objašnjava načine promjene unutarnje energije toplinom i značenje specifičnog toplinskog kapaciteta • opisuje toplinsku ravnotežu.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
• temperatura, zagrijavanje, hlađenje • unutarnja energija, toplina, džul • ravnotežna temperatura • toplinsko rastezanje čvrstih tijela • promjena obujma tekućina i plinova s temperaturom • anomalija vode • promjena agregatnih stanja • termometar • Celzijeva i Kelvinova temperaturna ljestvica • količina topline • specifični toplinski kapacitet • zakon očuvanja toplinske energije • Richmannovo pravilo.	

Preporuke za ostvarenje ishoda
Učenici imaju brojne poteškoće u razumijevanju pojmova toplina i temperatura. Najčešće smatraju da su ta dva pojma jednaka. Prisutne su i učeničke miskoncepcije o prijenosu topline i promjeni temperature. Jedan od načina prepoznavanja i ispravljanja miskoncepcija je pomoću izvođenja pokusa i traženja učeničkih predviđanja prije nego se pokus izvede. Objasniti različite mjerne jedinice temperature i pretvorbe. Pojasniti promjenu obujma različitih tvari s promjenom temperature (npr.: vidljive promjene volumena s promjenom temperature – dalekovodi). Što više koristiti pokuse koje mogu izvesti sami učenici (po mogućnosti da ih snime) ili koristiti računalne simulacije. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Tehnička kultura (ugodan boravak u kući, tehnika građenja - mostovi, energija i toplina, primjena izvora energije, energetske sustavi), Matematika (proporcionalnost), Priroda (zaštita prirode, životna zajednica mora i kopnenih voda), Kemija (tvari i njihova svojstva, kemijske reakcije) i Geografija (oblikovanje reljefa, temperatura zraka, Sunce).

PREDMETNO PODRUČJE: E/ Fizika, društvo i tehnologija	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.VIII.1. Učenik mjeri fizikalne veličine.	- nabira osnovne fizikalne veličine, njihove oznake, mjerne jedinice i oznake mjernih jedinica - izvodi mjerenje pazeći na najčešće pogreške prilikom mjerenja, upotrebljava zapis za fizikalne veličine, određuje srednju vrijednost nakon više mjerenja - preračunava mjerne jedinice iz mehanike, topline i termodinamike.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-5.3.1
Ključni sadržaji	
- fizika - metode - eksperiment - fizikalne veličine - SI sustav - predmetci, mjerne naprave - mjerenje, pogreške prilikom mjerenja - srednja vrijednost.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objašnjavanjem pojava iz svakodnevnice učenika zainteresirati za nastavni predmet Fizika i za fiziku kao znanost. Upoznati učenike s metodama fizike. Učeniku pojasniti važnost preciznosti prilikom procesa mjerenja i prikazivanja rezultata mjerenja. (Npr. izmjeriti duljinu školske klupe koristeći se odgovarajućom mjernom napravom; pokazati kako pravilno koristiti mjernu napravu i kako pravilno očitati i na kraju zapisati rezultat mjerenja; organizirati da učenici u skupinama samostalno vrše mjerenje učionice, mjerenja zapisivati i izračunati srednju vrijednost.) Posebnu pažnju treba obratiti na preračunavanje mjernih jedinica, ističući vrijednost predmetaka. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (preračunavanje mjernih jedinica), Kemija (mjerenje) i Tehnička kultura (mjerenje).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.VIII.2. Učenik predočava rezultate izvršenih mjerenja osnovnih i izvedenih fizikalnih veličina.	- razlikuje i preračunava osnovne i izvedene fizikalne veličine - mjeri duljinu i određuje površinu ploha

	• određuje obujam tijela, te obujam tekućina i čvrstih tijela netopljivih u vodi • definira i mjeri masu tijela, objašnjava Zakon očuvanja mase • određuje gustoću tijela i grupira tijela na osnovu gustoće.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-5.2.1
Ključni sadržaji	
• osnovne i izvedene fizikalne veličine • duljina, mjerenje duljine • površine ploha • pravilna tijela, nepravilna tijela, prostornost tijela • obujam, obujam tijela, obujam tekućine • tromost ili inercija • masa, mjerenje mase, Zakon o očuvanju mase • tvar, gustoća tvari, gustoća tijela • homogena tijela, nehomogena tijela.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti na koji način koristiti rezultate mjerenja pri određivanju ploštine plohe i obujma tijela. (Radi bolje usvojenosti mjerenja i određivanja pojma ploštine plohe i obujma tijela učenici se mogu koristiti zadatkom u kojem će brojiti koliko određenih kvadratića (1 cm², 1 dm²,...) pokriva određenu plohu i koliko kockica (1 cm³, 1 dm³,...) zauzima određeno tijelo.) Gustoću povezati s primjerima iz stvarnog života (različite vrste drveta, različiti metali, različite tekućine). Pomoći učenicima uočiti i razumjeti da različiti materijali jednake mase imaju različite volumene i obrnuto. Istaknuti da je gustoća svojstvo tvari. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (pravac, polupravac i dužina, površina kvadrata i pravokutnika) i Kemija (mjerenje obujma tekućina, tvari i njihova svojstva).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.VIII.3. Učenik izvodi eksperimente iz područja koja se rade u prvoj godini učenja fizike.	• izvodi učeničke pokuse i bilježi opažanja • mjeri fizikalne veličine • preračunava rezultate mjerenja te ih pokazuje koristeći se tablicama i grafikonima • koristi fizikalne koncepte i zakone.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
• eksperiment • mjerenje, mjerna naprava, pogreške prilikom mjerenja • srednja vrijednost • odnos mjernih jedinica, postupak pretvaranja mjernih jedinica • fizikalni koncepti i zakoni • računsko iskazivanje fizikalne veličine.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Motivirati učenika za istraživanje fizikalne pojave kvantitativno izvodeći eksperimente, pojedinačno ili u skupinama, za vrijeme nastave ili izvan nastave. Bilježi opažanja, prikazuje i preračunava rezultate. (Npr. mjeri male dimenzije, mjeri ploštinu ploha pravilnih i nepravilnih ploha, mjeri gustoću tijela, mjeri male mase tijela i sl.) Uputiti učenika na mjerenje fizikalne veličine pazeći na pravilno korištenje odgovarajuće mjerne naprave i očitavanje rezultata mjerenja. Istaknuti važnost preciznosti, ponavljanja mjerenja i računanja srednje vrijednosti. Usmjeriti učenika kako bi naučio matematičkim izrazom iskazati vezu između fizikalnih veličina, te da računa i iskazuje traženu fizikalnu veličinu.	

Dodatno motivirati učenika da nauči interaktivno prikazati eksperiment (koristeći se nekom od tehnika snimanja, fotografiranja, obrade multimedijskog sadržaja, prezentacije).

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (površina kvadrata i pravokutnika, linearna jednačba s jednom nepoznanicom, koordinatni sustav u ravni, proporcionalnost), Kemija (mase, mjerenje obujma tekućine), Tehnička kultura i Informatika (multimedijski sadržaj).

OSNOVNA ŠKOLA

9. razred /66 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: C/ Elektromagnetizam	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
C.IX.1. Učenik objašnjava električno nabijanje i izbijanje makroskopskih tijela polazeći od znanja o građi tvari i elementarnim nabojima.	• navodi da je električni naboj fundamentalno svojstvo tvari te da postoje dvije vrste električnoga naboja (pozitivni i negativni) • navodi da se oko svakog električnog naboja stvara električno polje • primjenjuje stečeno znanje za rješavanje računskih zadataka.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-3.1.1 FIZ-3.1.2</u>
Ključni sadržaji	
• elektriziranje trljanjem • električni naboj • kulon • električna sila • elementarni naboj • elektroskop • el. influencija • el. polje • el. struja • nositelji el. struje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ponoviti s učenicima ono što su učili o atomu u 8. razredu. Izvesti i opisati pokus s papirićima i trljanjem ravnala (balona). Opisati i objasniti rad elektroskopa. Objasniti Coulombov zakon (naboj, kulon, vježbati računske zadatke). Objasniti nositelje električne struje u plinovima, metalima i tekućinama (ione i slobodne elektrone). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Kemija (građa atoma, ioni) i Matematika (računski zadatci).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
C.IX.2. Učenik evaluira veze i odnose između napona, jačine struje i električnoga otpora polazeći od Ohmova zakona za dio kruga i za cijeli krug.	• opisuje nužnost zatvaranja strujnoga kruga za protjecanje električne struje kroz krug • objašnjava razlike između vodiča, poluvodiča i izolatora te ih identificira kroz provedbu jednostavnih pokusa • crta i tumači shemu strujnoga kruga sa serijski i/ili paralelno spojenim trošilima te sastavlja odgovarajuće realne i virtualne (simulacije) strujne krugove.

Poveznice sa ZJNPP		<u>FIZ-3.2.1 FIZ-3.2.2</u>
Ključni sadržaji		
• izvori • trošila i spojne žice (električni vodovi) • dogovoreni smjer toka el. struje, vodič i izolator • otpornici, trošila, serijski i paralelni spoj trošila • el. napon, volt, voltmetar, jakost struje, amper, ampermetar, naboj.		
Preporuke za ostvarenje ishoda		
Izvesti i objasniti pokus s jednostavnim strujnim krugom. Objasniti vodiče, izolatore i elektrolite. Izvesti pokuse i objasniti spajanje trošila u strujnom krugu. Neka i sami učenici izvedu pokuse (strujni krug, paralelni i serijski spoj). Objasniti jakost električne struje, ampermetar, vježbati zadatke ($I=Q/t$), kao i pretvaranje jedinica (miliamper, mikroamper, kiloamper,...). Objasniti električni napon, vježbati zadatke, pretvarati jedinice... Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Tehnička kultura (sklapanje električnog kola) i Matematika (jednadžbe, računske operacije u Q).		
Odgojno-obrazovni ishod učenja		Razrada ishoda
C.IX.3. Učenik opisuje svojstva magneta i nastanka električne struje.		• razmatra svojstva stalnih magneta i interpretira pojam magnetskoga polja • razmatra pojavu elektromagnetske indukcije i njezine primjene u praksi • analizira učinke protjecanja električne struje kroz tvari te opisuje načine zaštite od električnoga udara i načine za pomoć unesrećenom.
Poveznice sa ZJNPP		<u>FIZ-3.3.1 FIZ-3.3.2 FIZ-3.3.3</u>
Ključni sadržaji		
• magnet, elektromagnet • magnetska sila, magnetsko polje, trajni magneti • elektromagnetska indukcija, inducirani napon, generator.		
Preporuke za ostvarenje ishoda		
Razgovarati s učenicima o povijesti magneta i uz pokuse (vrste i međudjelovanje magneta) objasniti magnetne pojave. Izvodeći pokus s magnetom, staklom i željeznom piljevinom objasniti magnetno polje Zemlje, kao i kompas. Koristeći različite simulacije obraditi magnetno djelovanje električne struje i elektromagnete. Koristeći različite modele objasniti elektromagnetnu indukciju, inducirani napon i generatore električne struje. Opisati načine zaštite od električnoga udara i načine za pomoć unesrećenom. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Povijest (povijest magneta) i Tehnička kultura (generatori).		
Odgojno-obrazovni ishod učenja		Razrada ishoda
C.IX.4. Učenik opisuje fizikalne veličine periodičnih gibanja i prostiranja valova.		• analizira pojam titraja i valova • u kontekstu simulacija valnoga gibanja opisuje brzinu, frekvenciju, valnu dužinu i amplitudu vala te uspostavlja veze između navedenih veličina • skicira kako dolazi do odbijanja i prelamanja mehaničkih valova • opisuje nastanak, prostiranje, apsorpciju, odbijanje i lom zvučnih valova te ističe da je za prostiranje zvučnih valova nužno postojanje elastične sredine.
Poveznice sa ZJNPP		

Ključni sadržaji
• titranje čestica sredstva • transverzalni i longitudinalni val, valna duljina, frekvencija (učestalost) • brzina vala, refleksija vala, refrakcija vala, ogib vala • zvučni izvori, ton, šum, brzina zvuka, zvuk kao longitudinalni val • ultrazvuk, infrazvuk, jeka.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Objasniti postanak i vrste valova (valovi u prirodi, longitudinalni i transverzalni valovi, kružni i ravni val). Na primjerima iz svakodnevnice (tsunami, potresi) skrenuti pozornost na energetska svojstva valova. Opisati valove koristeći različite simulacije i crteže. Vježbati računske zadatke (brzina, frekvencija, valna duljina, period). Koristeći različite crteže, simulacije i video projekcije analizirati odbijanje i lom valova. Objasniti zvuk i zvučne pojave (infrazvuk, ultrazvuk u prirodi i medicini, brzina zvuka i jeka). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Glazbena kultura (glazbeni instrumenti), Matematika (računske operacije u Q, jednačbe) i informatika (računalne simulacije, crtanje pomoću računala - lom i odbijanje valova).

PREDMETNO PODRUČJE: D/ Optika i moderna fizika	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IX.1. Učenik koristi osnovne zakone geometrijske optike u razmatranju zrcala i leća.	• primjenjuje znanje o pravocrtnom širenju svjetlosti prilikom objašnjavanja pojava ili konstruiranja uređaja/sustava • konstruira i objašnjava slike predmeta koje dobivamo pomoću ravnog i sfernog zrcala i rješava odgovarajuće računske i eksperimentalne probleme • crta i objašnjava stvaranje slike kod leće • primjenjuje naučeno o lećama za rješavanje računskih zadataka • analizira primjene optičkih elemenata u svakodnevnici i tehnici.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-4.2.2</u>
Ključni sadržaji	
• svjetlosni izvori, svjetlosna zraka, pravocrtno rasprostiranje svjetlosti, sjena, odbijanje svjetlosti • ravno zrcalo, prividna slika, sferno zrcalo, žarište i žarišna daljina zrcala, stvarna i prividna slika, lom svjetlosti, potpuno odbijanje svjetlosti • sabirne i rastresne leće, jakost leće, recipročni metar, 1/m, konstrukcija slike što je stvara leća • optička prizma, razlaganje svjetlosti • elektromagnetski val i čestica.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti izvore svjetlosti kao i pravocrtno rasprostiranje svjetlosti (sjena i polusjena, smjena dana i noći, pomračenje Sunca i Mjeseca). Vježbati računske zadatke s brzinom svjetlosti. Izvesti pokuse za odbijanje svjetlosti i koristeći različite video materijale objasniti zakon refleksije kao i stvaranje slike kod ravnog zrcala. Opisati i vježbati stvaranje slike kod sfernog zrcala. Koristeći različite simulacije i modele razgovarati s učenicima o primjeni zrcala. Izvedeći pokuse objasniti lom svjetlosti i s učenicima istraživati (mijenjati upadni kut na granici zrak - vode, zrak - staklo). Objasniti leće i vježbati konstrukciju slike kod leća. Vježbati zadatke za jakost leće i nabrojiti optičke uređaje. Objasniti elektromagnetski spektar. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (geometrija, računske operacije u Q, jednačbe) i Likovna kultura (optički spektar).	

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IX.2. Učenik opisuje strukturu atoma i osnovne reakcije u jezgri.	• u kontekstu odgovarajućih simulacija opisuje strukturu atoma koju čine jezgra (neutroni i protoni) i elektronska ljuska • objašnjava fisiju i fuziju i opisuje mjere zaštite od nuklearnoga zračenja • razlikuje alfa, beta i gama-zračenje te uspoređuje te vrste zračenja s X-zračenjem.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-4.3.3</u>
Ključni sadržaji	
• jezgra atoma • nuklearne sile • radioaktivnost • rendgensko zračenje • fisija, fuzija • alfa, beta i gama zračenje, x-zračenje • jake i slabe nuklearne sile, nuklearne elektrane • Chernobyl, Fukushima.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ponoviti o građi atoma ono što je rađeno iz kemije i fizike u osmom razredu. Objasniti na video simulacijama planetarni model atoma. Objasniti nuklearne sile, fisiju, fuziju i nuklearne elektrane. Razmotriti radioaktivnost, vrijeme poluraspada, nuklearnu medicinu, radioizotopno datiranje.	
Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Kemija (građa atoma) i Informatika (različite računalne simulacije).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IX.3. Učenik navodi osnovna svojstva svemira i Sunčeva sustava.	• opisuje sastav i strukturu svemira • učenik opisuje pojave na Zemlji kao posljedice gibanja Zemlje i Mjeseca u Sunčevu sustavu. • kvalitativno tumači pojave uzrokovane gibanjem Zemlje i Mjeseca.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-4.4.1</u>
Ključni sadržaji	
• veliki prasak • širenje i starost svemira • veličina i oblik svemira, galaktika, • Sunčev sustav • planete, komete, meteori, sateliti • plima i oseka • rotacija, revolucija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti veliki prasak kao i starost svemira. Opisati sastav i strukturu svemira. Razmotriti pojave na Zemlji kao posljedicu gibanja Zemlje i Mjeseca u Sunčevu sustavu (smjenu dana i noći, smjenu godišnjih doba te plimu i oseku).	
Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Geografija (rotacija, revolucija, veliki prasak) i Informatika (računalne simulacije).	

PREDMETNO PODRUČJE: E/ Fizika, društvo i tehnologija	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.IX.1. Učenik mjeri fizikalne veličine.	- nabraja osnovne fizikalne veličine njihove oznake, mjerne jedinice i oznake mjernih jedinica - izvodi mjerenja pazeći na najčešće pogreške prilikom mjerenja - upotrebljava zapis za fizikalne veličine - određuje srednju vrijednost nakon više mjerenja - preračunava mjerne jedinice iz elektromagnetizma, optike i moderne fizike.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-5.2.2
Ključni sadržaji	
svi sadržaji predviđeni za izučavanje u devetom razredu osnovne škole.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Nabrojiti i opisati osnovne fizikalne veličine, njihove oznake, mjerne jedinice i oznake mjernih jedinica. Vježbati preračunavanje jedinica za svako predmetno područje iz ovog razreda. Pripremiti pokuse, mjeriti potrebne veličine i nakon više mjerenja odrediti srednju vrijednost. Obratiti pažnju da učenici pravilno i sigurno rukuju mjernim instrumentima i priborom pazeći na najčešće pogreške prilikom mjerenja. Prikazati mjerne podatke pomoću tablica i grafikona. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Informatika (crtanje grafika u Excelu), Matematika (računske operacije u Q, jednačbe).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.IX.2. Učenik predočava rezultate izvršenih mjerenja osnovnih i izvedenih fizikalnih veličina.	- razlikuje i preračunava osnovne i izvedene fizikalne veličine - mjeri i preračunava dobivene rezultate mjerenja - provjerava Ohmov zakon za dio električnog kruga - ispituje serijsku i paralelnu vezu trošila - ispituje magnetnog polja štapnih magneta i njihovo međudjelovanje - određuje žarišnu daljinu udubljenog zrcala.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-5.1.2
Ključni sadržaji	
svi sadržaji predviđeni za izučavanje u devetom razredu osnovne škole.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Razlikovati i preračunati osnovne i izvedene fizikalne veličine. Praktično provjeriti Ohmov zakon za dio električnog kola. Naučiti kako se pravilno mjere i očitavaju jakost električne struje i napon, te kako se rukuje instrumentima za mjerenje spomenutih veličina. U tom smislu učenici trebaju i praktično znati kako se voltmetar i ampermetar vežu s otpornikom (potrošačem) u električnom krugu, te trebaju upoznati neke osnovne mjere zaštite kako se ne bi ozlijedili prilikom mjerenja većih vrijednosti napona i električne struje ili kako ne bi oštetili mjerne instrumente. Ispitivati serijsku i paralelnu vezu trošila. Određivati žarišnu daljinu udubljenog zrcala i nakon mjerenja kreirati i interpretirati tablične i grafičke prikaze ovisnosti fizikalnih veličina. Konstruirati slike predmeta kod sfernih zrcala i leća, a onda izvoditi pokuse. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (računske operacije u Q) i Informatika (crtanje grafika u Wordu i Excelu).	

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.IX.3. Učenik istražuje fizikalne pojave iz područja koja se rade u drugoj godini učenja nastavnoga predmeta Fizika.	• izvodi učeničke pokuse i bilježi opažanja • mjeri fizikalne veličine • prikazuje i preračunava rezultate mjerenja • prilikom prikazivanja podataka koristi se tablicama i grafikonima • koristi fizikalne koncepte i zakone.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-5.2.2
Ključni sadržaji	
Ekperimenti koji bi se minimalno trebali uraditi: • stvaranje, vrste i međudjelovanje naboja • elektroskop • električna influencija • krug električne struje • Ohmov zakon za dio električnoga kola • ispitivanje paralelne i serijske veze otpornika • magnetsko djelovanje električne struje (Oerstedov pokus) • magnetsko međudjelovanje šipkastih magneta • magnetsko polje magneta • kako jednostavno napraviti kompas • pokus za elektromagnetnu indukciju • generator i elektromotor • mehanička rezonancija • odbijanje i lom valova • pravolinijsko prostiranje svjetlosti • periskop • određivanje žarišne daljine sfernog zrcala • lom svjetlosti kroz optičku prizmu • određivanje žarišne daljine i optičke jakosti leće • i svi sadržaji predviđeni za izučavanje u devetom razredu osnovne škole.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učeniku bi trebalo osigurati sudjelovanje u izvođenju sljedećih pokusa: istraživanje razlika između provodnika i izolatora, istraživanje magnetizma tvari i elektromagnetne indukcije, istraživanje električnih veličina u zatvorenom krugu, istraživanje učinaka električne struje, mjerenje snage potrošača u električnom strujnom krugu, mjerenje perioda titranja (opruga, klatno, otkucaji srca), mjerenje žarišne daljine udubljenog zrcala, mjerenje žarišne daljine sabirne leće. Prilikom izvođenja eksperimenata potrebno je posvetiti posebnu pažnju na sigurnost i zaštitu (zaštita od strujnog udara, oprez sa svjetlosnim izvorima koji mogu izazvati oštećenje oka, poput lasera). Poticati izvođenje pokusa s lako pristupačnim materijalima. Nakon mjerenja obraditi podatke koristeći tablice i dijagrame. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (računske operacije u Q, pravac, dužina) i Informatika (crtanje grafikona i dijagrama u Excelu i Wordu).	

GIMNAZIJA

1. razred /70 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: A/ Mehanika	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.1. Učenik razlikuje skalare i vektore.	• detaljno opisuje razlike između skalarnih i vektorskih fizikalnih veličina • prikazuje sile kao vektorske veličine • određuje računski i grafički rezultantnu silu primjenjujući svojstva vektorskih veličina • grafički rastavlja silu na dvije komponente.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.2.1</u>
Ključni sadržaji	
• sila • skalar • vektor • grafički prikaz • dužina, fizikalne veličine, put, pomak	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Na primjerima iz svakodnevnog života opisati razlike između skalara i vektora. Rastavljanje i sastavljanje sila uraditi na papiru na kvadratiće zbog lakšeg crtanja. Kod grafičkog prikaza koristiti pribor za crtanje (trokut, ravnalo). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnoga predmeta Matematika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.2. Učenik primjenjuje matematičke izraze i grafičke prikaze pri razmatranju nejednolikih gibanja.	• definira pojam brzine i razlikuje srednju i trenutačnu brzinu • definira pojam ubrzanja • razlikuje srednju i trenutačnu akceleraciju • preračunava mjerne jedinice za brzinu • matematički analizira grafičke prikaze brzine i ubrzanja u raznim grafovima (v-t, a-t).
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.2.1 FIZ-1.2.2</u>
Ključni sadržaji	
• gibanje, brzina, ubrzanje • fizikalne veličine, grafički prikaz, matematički račun	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Brzinu i ubrzanje usporediti s primjerima iz svakodnevnog života; izvesti mjerne jedinice za brzinu i ubrzanje koristeći osnovne mjerne jedinice. Kod grafičkog prikaza koristiti pribor za crtanje (trokut, ravnalo...). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnoga predmeta Matematika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.3. Učenik prikazuje jednostavna i složena gibanja.	• opisuje jednoliko ubrzano i jednoliko usporeno gibanje i uspoređuje s grafičkim prikazima • na grafičkom prikazu horizontalnog hitca u proizvoljnoj točki određuje vektore brzine i ubrzanja

	• na grafičkom prikazu vertikalnog hitca u proizvoljnoj točki određuje vektore brzine i ubrzanja • primjenjuje pojmove centripetalne sile i centripetalne akceleracije na primjerima iz života • opisuje slobodni pad preko pojmova brzine, akceleracije, prijeđenog puta i utrošenog vremena.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.2.1 FIZ-1.2.2</u>
Ključni sadržaji	
• vektor • brzina, ubrzanje • jednoliko ubrzano gibanje, jednoliko usporeno gibanje • grafički prikaz • fizikalne veličine • centripetalna sila, centripetalna akceleracija • put, pomak, vertikalni hitac, horizontalni hitac, slobodni pad	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Na primjerima iz svakodnevnog života objasniti razliku između jednoliko ubrzanog i jednoliko usporenog gibanja, te pojmova centripetalne sile, centripetalne akceleracije i slobodnog pada. Kod grafičkog prikaza koristiti pribor za crtanje (trokut, ravnalo...). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnoga predmeta Matematika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.4. Učenik povezuje primjere gibanja s Newtonovim zakonima.	• definira pojmove tromosti i mase tijela • tumači značenje prvog, drugog i trećeg Newtonova zakona • opisuje primjere gibanja i uspoređuje s Newtonovim zakonima.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.2.1 FIZ-1.3.1 FIZ-1.3.2</u>
Ključni sadržaji	
• vektori • Newtonovi zakoni • masa • tromost • sila akcije • sila reakcije • temeljni zakon gibanja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Newtonove zakone pojasniti kroz primjere i tražiti da ih i sam učenik pojasni navodeći odgovarajuće primjere iz svakodnevice. Moguće koristiti videosimulacije.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.5. Učenik grafički i matematički analizira djelovanje sila na tijelo.	• iz grafičkog prikaza analizira djelovanje sila na tijelo • matematički dokazuje djelovanje sila na tijelo • primjenjuje grafički prikaz djelovanja sila na tijelo prilikom dokazivanja njihovog postojanja.

Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.2.1 FIZ-1.3.1 FIZ-1.3.2</u>
Ključni sadržaji	
• grafički prikaz • analiza • matematički račun • sila • tijelo • vektor	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kod grafičkog prikaza koristiti pribor za crtanje (trokut, ravnalo...).	
Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnoga predmeta Matematika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.6. Učenik definira pojmove elastične sile, sile napetosti, sile podloge, sile trenja i centripetalne sile.	• definira pojmove elastične sile, sile napetosti, sile podloge, sile trenja i centripetalne sile • koristi gore navedene pojmove prilikom međusobne usporedbe novih pojmova • kroz definiciju centripetalne sile navodi primjere iz svakodnevnog života.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.2.1 FIZ-1.3.1 FIZ-1.3.2</u>
Ključni sadržaji	
• sila • elastičnost • koeficijent elastičnosti • elastična sila, sila podloge • trenje • centripetalna sila	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Prilikom definiranja gore navedenih pojmova koristiti usporedbu s primjerima iz svakodnevnog života.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.7. Učenik kvalitativno razrađuje dijagram sila na primjeru kosine i njihala primjenjujući zakon o količini gibanja.	• prepoznaje istodobno djelovanje više sila na tijelo i prikazuje ih dijagramom sila • izražava Zakon očuvanja količine gibanja • prepoznaje Zakon očuvanja količine gibanja na primjerima iz svakodnevnog života.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.2.1 FIZ-1.3.1 FIZ-1.3.2 FIZ-1.3.5</u>
Ključni sadržaji	
• kosina • njihalo • sila, dijagram sila • Zakon o očuvanju količine gibanja	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Koristiti primjere iz svakodnevnog života radi lakšeg usvajanja novih pojmova. Kod grafičkog prikaza dijagrama sila koristiti pribor za crtanje (trokut, ravnalo...).	

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.8. Učenik iskazuje opći zakon gravitacije i gibanje nebeskih tijela.	• iskazuje opći zakon gravitacije formulom i definira svakog člana formule • opisuje gibanje nebeskih tijela • nabraja vrste nebeskih tijela • razlikuje plimu od oseke • opisuje gibanje umjetnih satelita.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.2.1 FIZ-1.3.1 FIZ-1.3.2 FIZ-1.3.3</u>
Ključni sadržaji	
• opći zakon gravitacije • nebeska tijela • plima, oseka • umjetni sateliti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Poželjno je koristiti razne videouratke i simulacije radi popularizacije ovog dijela gradiva nastavnoga predmeta Fizika. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnoga predmeta Geografija.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.9. Učenik povezuje rad s energijom tijela i pretvorbama energije.	• opisuje rad kao fizikalnu pojavu • povezuje rad s pretvorbama energije • definira kinetičku, potencijalnu i unutrašnju energiju.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.3.4 FIZ-1.3.5</u>
Ključni sadržaji	
• rad • energija • kinetička energija • potencijalna energija • unutrašnja energija • pretvorbe energije	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Koristiti primjere iz života prilikom pojašnjavanja rada i energija, zbog lakšeg usvajanja novoga gradiva.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.10. Učenik razumije primjenu snage i korisnosti na primjerima iz svakodnevice.	• definira pojam korisnosti • navodi primjere o upotrebi snage u svakodnevnom životu • povezuje i uspoređuje pojmove snage i korisnosti • opisuje primjere zakona o očuvanju energije.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.3.4 FIZ-1.3.5</u>
Ključni sadržaji	
• snaga • korisnost • zakon o očuvanju energije	

Preporuke za ostvarenje ishoda	
Koristiti primjere iz svakodnevnog života prilikom definiranja korisnosti (primjer parne lokomotive).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.11. Učenik definira gibanje krutog tijela.	• definira gibanje krutog tijela • tumači moment sile • definira pojam središta mase • tumači pojam ravnoteže krutog tijela.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.3.4 FIZ-1.3.5</u>
Ključni sadržaji	
• gibanje • kruto tijelo • moment sile • središte mase • ravnoteža	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Središte mase moguće je pojašnjavati kroz grupni rad s različitim oblicima papira.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.12. Učenik matematički analizira moment količine gibanja, rad, snagu i energiju pri rotaciji krutog tijela	• iskazuje matematički jednadžbu rotacije i moment količine gibanja • definira i matematički opisuje rad, snagu i energiju pri rotaciji krutog tijela • uspoređuje međusobne odnose rada, snage i energije pri rotaciji krutog tijela.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.3.4 FIZ-1.3.5 FIZ-1.3.6</u>
Ključni sadržaji	
• rotacija • moment količine gibanja • rad, snaga, energija	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Naglasiti korisnost matematike u fizici.	
Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnoga predmeta Matematika.	

PREDMETNO PODRUČJE: E/ Fizika, društvo i tehnologija	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.I.1. Učenik mjeri fizikalne veličine iz područja mehanike.	• nabraja osnovne fizikalne veličine, njihove oznake, mjerne jedinice i oznake mjernih jedinica • izvodi mjerenje pazeći na najčešće pogreške prilikom mjerenja • upotrebljava zapis za fizikalne veličine • određuje srednju vrijednost nakon više mjerenja • preračunava mjerne jedinice iz mehanike.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.1.1 FIZ-1.1.2 FIZ-5.1.1 FIZ-5.1.2 FIZ-5.2.1</u>

FIZ-5.2.2 FIZ-5.2.3	
Ključni sadržaji	
svi sadržaji koji se obrađuju u prvom razredu gimnazije	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Uvođenjem novih, složenih mjernih jedinica, potrebno je učenicima naglasiti kako se svaka složena mjerna jedinica može iskazati pomoću osnovnih mjernih jedinica. Učenici često zaboravljaju pisati mjerne jedinice kroz razradu zadatka ili smatraju da su nepotrebne. No, od velike je važnosti zahtijevati od učenika da se služe mjernim jedinicama, jer su im iste "vodilja" jesu li zadatak riješili točno ili ne. Također, rastavljanjem složenih mjernih jedinica ponavljaju prethodno naučeno gradivo što njihovo znanje čini čvršćim. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnoga predmeta Matematika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.I.2. Učenik predočava rezultate izvršenih mjerenja osnovnih i izvedenih fizikalnih veličina.	- razlikuje i preračunava osnovne i izvedene fizikalne veličine - mjeri duljinu koristeći se odgovarajućom mjernom napravom - određuje površinu pravilnih ploha i približnu vrijednost površine nepravilne plohe - određuje obujam pravilnog geometrijskog tijela, te obujam tekućina i nepravilnih čvrstih tijela netopivih u vodi - definira i mjeri masu tijela, objašnjava Zakon očuvanja mase - određuje gustoću tijela koristeći se algebarskim izrazom - prepoznaje homogena, odnosno nehomogena tijela.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-1.1.1 FIZ-1.1.2 FIZ-5.1.1 FIZ-5.1.2 FIZ-5.2.1 FIZ-5.2.2 FIZ-5.2.3
Ključni sadržaji	
svi sadržaji koji se obrađuju u prvom razredu gimnazije	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je rješavati zadatke različite težine, te uvesti misaone zadatke tzv. zadatke bez brojeva pomoću kojih učenici mogu sami doći do određenih zaključaka i odbaciti pogrešne pretkoncepte o određenim fizikalnim pojavama. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika i Kemija.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.I.3. Učenik izvodi eksperimente iz područja mehanike.	- mjeri i preračunava dobivene rezultate mjerenja - određuje površinu pravilnih ploha i obujam pravilnih geometrijskih tijela, koristeći se podacima koje je dobio mjerenjem - mjeri obujam tekućine i krutih tijela netopivih u vodi - određuje gustoću tijela koristeći se podacima koje je dobio mjerenjem.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-1.1.1 FIZ-1.1.2 FIZ-5.1.1 FIZ-5.1.2 FIZ-5.2.1 FIZ-5.2.2 FIZ-5.2.3

Ključni sadržaji
svi sadržaji koji se eksperimentalno obrađuju u prvom razredu gimnazije
Preporuke za ostvarenje ishoda
Omogućiti svim učenicima sudjelovanje u izvođenju pokusa. Pokusi se mogu izvoditi na više načina: samostalno, u paru ili u grupi, te putem simulacija u slučaju kada nema mogućnosti izvođenja eksperimenata.
Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika i Kemija.

GIMNAZIJA

2. razred /70 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: A/ Mehanika	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.II.1. Učenik primjenjuje osnovne zakone statike fluida.	- objašnjava pojam tlaka, razlikuje hidrostatski, atmosferski i hidraulički tlak - izvodi i koristi algebarski izraz za hidrostatski tlak, primjenjuje Pascalov zakon u rješavanju problemskih zadataka (hidraulička dizalica, hidrauličke kočnice) - objašnjava djelovanje sile uzgona te primjenjuje računske izraze za izračun djelovanja sile uzgona na djelomično i potpuno potopljeno tijelo.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.4.2</u>
Ključni sadržaji	
- hidrostatika - tlak - Pascal (Pa) - hidrostatski tlak, atmosferski tlak, hidraulički tlak - Pascalov zakon - sila uzgona, Arhimedov zakon.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
S konceptom hidrostatike se učenici prvi put susreću u osmom razredu osnovne škole, a zatim gradivo ponavljaju i produbljuju u drugom razredu srednje škole. I prije nego što se upoznaju s pojmovima tlaka, uzgona, protoka i sl., učenici se u svakodnevnom životu susreću s raznim fenomenima vezanim za iste pojmove, koji im nisu u potpunosti jasni. U prvom redu je potrebno definirati i objasniti pojam fluida, tlaka, predstaviti osnovna svojstva fluida te dati pregled mehanike fluida. Međutim, učenici se kroz nastavni proces često suočavaju s nekom od navedenih poteškoća: nemogućnost razlikovanja hidrostatskog i hidrauličkog tlaka, otežano prihvaćanje činjenice da se tlak kroz tekućine prenosi jednako u svim smjerovima, problemi vezani za primjenu sile uzgona i Arhimedovog zakona, zaboravlja se uvažiti djelovanje atmosferskog tlaka prilikom uvođenja ukupnog tlaka i drugo. Zbog toga je preporučljivo pojmove uvoditi kroz stvarne primjere (Zašto uho boli prilikom dubljeg zaranjanja u vodu? Što uzrokuje isplivavanje komada drveta na površinu? Što se događa s mlazom vode kad na vrh crijeva stavimo prst?). Važno je, kroz jednostavne demonstracijske pokuse i animacije, učenicima dodatno približiti nastavne teme i tako ostvariti uvjete za usvajanje i primjenu znanja. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (izračun pritiska površine), Biologija (krvni tlak, djelovanje hidrostatskog tlaka na tijelo pri većim dubinama) i Geografija (ciklona, anticiklona).	

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.II.2. Učenik analizira primjenu zakona dinamike fluida.	- objašnjava pojam hidrodinamike te razlikuje laminarno i turbulentno strujanje - definira protok i povezuje ga s jednačbom kontinuiteta - analizira Bernoullijevu jednačbu, povezuje ju s jednačbom kontinuiteta te primjenjuje u rješavanju problemskih zadataka - uspoređuje Bernoullijevu jednačbu sa zakonom očuvanja mehaničke energije.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-1.4.3</u>
Ključni sadržaji	
- hidrodinamika - protok - laminarno strujanje - turbulentno strujanje - jednačba kontinuiteta - Bernoullijeva jednačba - hidrodinamički tlak.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U hidrodinamici je važno naglasiti povezanost Bernoullijeve jednačbe sa zakonom očuvanja mehaničke energije, te prilikom izvođenja jednačbe povezivati zadani primjer s okolinom. Ubrzanje fluida je potrebno povezati s II. Newtonovim zakonom. Također, preporučljivo je služiti se primjenom Bernoullijeve jednačbe u raznim kontekstima, kao npr. primjena u medicini. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (začepljenje krvnih žila), Geografija (protok rijeka) i Tehnička kultura (sustav vodoopskrbe). nastavnoga predmeta Matematika.	

PREDMETNO PODRUČJE: B/ Molekularna fizika i termodinamika	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
B.II.1. Učenik raščlanjuje pojmove temperature i topline.	- definira temperaturu i toplinu - vrši pretvorbu temperature iz Celzijeve temperaturne ljestvice u Kelvinovu ljestvicu i obrnuto - definira pojam apsolutne nule - povezuje koeficijent linearnog i volumnog širenja tijela - analizira izobarnu, izohornu i izotermnu promjenu stanja plina.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-2.2.1</u>
Ključni sadržaji	
- temperatura - toplina - Celzijev stupanj - Kelvin - apsolutna nula - koeficijent linearnog i volumnog termičkog širenja tvari - izobarna, izohorna i izotermna promjena stanja plina.	

Preporuke za ostvarenje ishoda	
Mnogo učenika ima problema s pojmovima temperatura i toplina, te se ti pojmovi često krivo upotrebljavaju u svakodnevnom govoru. Iako ta dva pojma u fizici imaju različita značenja, učenici ih najčešće svode na isto. U nastavi fizike, pojmovi temperature i topline se prvi put uče u osmom razredu osnovne škole, a to se znanje nadograđuje i proširuje u drugom razredu srednje škole. Miskoncepte o temperaturi i toplini se javljaju kod većine učenika, te je za proces učenja veoma bitno da se iste prepoznaju i na vrijeme isprave, kako bi učenici mogli asimilirati nove pojmove. Često o toplini ne razmišljaju kao o energiji, već kao o tvari. Povezuju pojam temperature s topline, odnosno gledaju na temperaturu kao mješavinu topline i hladnoće unutar nekog objekta. Zbog nedostatka razumijevanja navedenih pojmova, ostatak gradiva iz ovog područja (kao i područja povezanih s temperaturom i topline), učenicima postaje sve apstraktniji i neshvatljiviji. Kako bi nastava Fizike bila što kvalitetnija, a učeničko znanje što čvršće i trajnije, nužno je na vrijeme uočiti "rupe" u znanju, te ih korištenjem određenih metoda ispraviti. Jedan od načina kako to provesti u djelo je izvođenjem pokusa i traženjem učeničkih predviđanja prije nego se pokus izvede. Također, izvrstan način za uočavanje problema prilikom razumijevanja gradiva je provedba dobro strukturiranih konceptualnih testova. Neke od najčešćih miskoncepta u ovom dijelu podučavanja Fizike su: hladnoća i toplina imaju svoj tok (kao tekućine); temperatura se može prenositi; toplina i hladnoća su dvije suprotne tvari; toplina je vruća, a temperatura može biti topla i hladna; i druge. Iako je izvođenje pokusa još uvijek rijetka pojava u nastavi Fizike (a kao najčešći razlozi koji opravdavaju nedostatak istih su manjkavost vremena i pribora za izvođenje pokusa), nesumnjivo je da se upravo na takav način, odnosno aktivnim sudjelovanjem učenika u nastavi, ispravljaju i sprječavaju pogrešna uvjerenja. Zbog toga, preporuka je da učenici izvode pokuse s priborom koji je lako dostupan svima, kako bi se kroz njih direktno suočili s njihovim idejama. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (mjerjenje temperature, linearna ovisnost jedne fizikalne veličine o drugoj, pretvorbe iz jedne temperaturne ljestvice u drugu), Geografija (promjena temperature s nadmorskom visinom, izobara, izoterma), Tehnička kultura (linearno širenje prilikom zagrijavanja) i Kemija.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
B.II.2. Učenik ispituje vezu između topline i unutarnje energije.	- objašnjava pojam "unutarnje energije", ali i razlike između tog oblika energije i drugih oblika energije - obrazlaže promjenu unutarnje energije izmjenom topline ili radom, definira toplinski kapacitet i specifični toplinski kapacitet - primjenjuje Richmannovo pravilo smjese - pojašnjava promjenu agregatnog stanja tvari, te grafički prikazuje ovisnost temperature tijela o dovedenoj toplini pri promjeni agregatnog stanja tvari - objašnjava pojmove kondukcija, konvekcija i radijacija.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-2.2.1</u>
Ključni sadržaji	
- unutarnja energija, - toplinski kapacitet (C) - specifični toplinski kapacitet (c) - Richmannovo pravilo smjese - taljenje - očvršćivanje - isparavanje - kondenzacija - sublimacija - ishlapljivanje - kondukcija	

• konvekcija • radijacija	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pojam „toplina“ je jedan od onih koje učenici teže razumiju. Poteškoće s topline proizlaze i iz samog korištenja pojmova toplina, protok topline i toplinskog kapaciteta. Također, pojam topline se često poistovjećuje s pojmom unutarnje energije. Ti problemi proizlaze iz svakodnevnog života. Upravo je na primjerima iz svakodnevnog života nastavnika u mogućnosti obrazložiti i ispraviti učenička pogrešna uvjerenja. Na primjer, učenici znaju da im je toplije kad obuku vunenu odjeću ili se omotaju dekom jer, u mnogo slučajeva, smatraju da su vunena odjeća i neki drugi materijali, zapravo, izvori topline. Također, dodatan izvor nerazumijevanja prijenosa topline su naša osjetila dodira. Na dodir nam se metal čini hladnijim od drveta, iako se nalaze u istoj prostoriji, na sobnoj temperaturi. Kako bi učenici prevladali poteškoće u razumijevanju navedenih pojmova, potrebno je da nastavnik obrazloži da ljudska osjetila ne mjere temperaturu, već brzinu izmjene topline našeg tijela s okolinom; da objasne kako su pojedini materijali, poput vunene odjeće, toplinski izolatori koji reduciraju prijenos topline. Neshvaćanje pojma toplina sa sobom povlači i nerazumijevanje unutarnje energije tijela, toplinske ravnoteže, promjene agregatnih stanja tvari. Najčešći uzrok nastanka mnogobrojnih miskoncepcija u području topline i unutarnje energije je pogrešna intuicija, ali i slaba primjena naučenih koncepata prilikom zaključivanja. Tako učenici ne mogu shvatiti da svako tijelo ima unutarnju energiju, da se ledu može promijeniti temperatura, da se prilikom promjene agregatnog stanja tvari temperatura ne mijenja i slično. Kako bi učenici uspjeli usvojiti gradivo, nužno je približiti im koncepte izradom pokusa ili animacijama. Na primjer, osvijestiti putem pokusa da naša osjetila nisu dovoljno dobar pokazatelj zagrijanosti tijela, da su neki materijali znatno bolji vodiči topline od drugih (metalna žlica i drvena žlica u čaši vruće vode) i mnogi drugi primjeri. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (grafičko prikazivanje), Kemija (promjena agregatnih stanja), Biologija (anomalija vode, zračenje) i Tehnička kultura (zagrijavanje prostorija, toplinski izolatori). nastavnoga predmeta Matematika.	
Odgovno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
B.II.3. Učenik koristi model idealnog plina.	• izvodi jednadžbu stanja idealnog plina • objašnjava molekularnu strukturu tvari • ilustrira Brownovo gibanje i difuziju • definira srednju kinetičku energiju idealnog plina, kao i ukupnu energiju idealnog plina.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-2.1.1</u>
Ključni sadržaji	
• idealn plin, realni plin • Brownovo gibanje • difuzija, srednja kinetička energija • kaotično gibanje • srednja brzina molekularnog gibanja • Avogadrov zakon • unutarnja energija idealnog plina • molarna masa (M), množina tvari (n)	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenici se s ovim dijelom nastavnog gradiva donekle susreću u osmom razredu osnovne škole. Budući da je nastavno gradivo apstraktno, potrebno je učenicima najprije predložiti zoran model čestične građe tvari, kako bi im se olakšalo razumijevanje mikrosvijeta u fizici. Primjećuje se da učenici teško razumiju međumolekulske veze u različitim agregatnim stanjima, pojmove mola i množine tvari, idealnog plina. Primjenom pokusa, ilustracija te animacija, nastavnik može olakšati i približiti mnogobrojne pojmove. Na primjer, izvođenjem pokusa kojim se dokazuje gibanje molekula (promatranje čestice peludi u kapi vode pod mikroskopom), učenicima se pruža prilika da donesu vlastiti zaključak o gibanju molekula. Također, pokusom mogu uvidjeti kako miješanje dviju različitih tekućina (vode i tinte) neće biti jednako za vruću i hladnu vodu, na osnovu čega samostalno dolaze do spoznaje kako je temperatura tijela povezana s kinetičkom energijom čestica tijela.	

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Kemija (molekularna građa tvari, Avogadrov zakon, Brownovo gibanje, difuzija), Biologija i Matematika.

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
B.II.4. Učenik primjenjuje zakone idealnog plina, kao i molekularno-kinetički model plina.	• upotrebljava jednadžbe stanja idealnog plina kroz problemske zadatke • povezuje temperaturu sa srednjom kinetičkom energijom kaotičnog gibanja molekula • izračunava ukupnu unutarnju energiju idealnog plina.

Poveznice sa ZJNPP

FIZ-2.1.2

Ključni sadržaji

- svi sadržaji koji su predviđeni za učenje u području molekularne fizike i termodinamike.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Objašnjavanjem primjera s kojima se učenici svakodnevno susreću, približavaju im se pojmovi kinetičke energije, kaotičnog gibanja i unutarnje energije. Učenici znaju da se ljeti mirisi znatno brže šire nego zimi, ali ne povezuju povećanje temperature s kinetičkom energijom, dok kinetičku energiju ne povezuju s unutarnjom energijom. Izračunavanjem problemskih zadataka učenici lakše shvaćaju vezu između temperature i kinetičke energije molekularnog gibanja, a samim tim i poveznicu kinetičke energije i unutarnje energije.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (iskazivanje ovisnosti kinetičke energije o temperaturi) i Kemija (molekularno gibanje).

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
B.II.5. Učenik povezuje termodinamičke procese i sustave.	• izvodi formule za I. zakon termodinamike i rad plina u termodinamici • objašnjava II. zakon termodinamike i spontane procese • definira entropiju • razlikuje <i>perpetuum mobile</i> prve i druge vrste • pojašnjava kružne procese.

Poveznice sa ZJNPP

FIZ-2.2.2

Ključni sadržaji

- I. zakon termodinamike
- rad plina pri izobarnom procesu
- II. zakon termodinamike
- entropija
- *perpetuum mobile*
- kružni proces
- adijabatski proces

Preporuke za ostvarenje ishoda

U nastavi Fizike, termodinamika je veoma zahtjevna jer traži mogućnost apstraktnog razmišljanja više nego ostali dijelovi fizike. Budući da je ovaj dio gradiva povezan s toplotom, unutarnjom energijom, izoprocesima, nerijetko se primjećuje averzija učenika prema nastavnom gradivu.

Kako bi se omogućilo što lakše razumijevanje nastavnog gradiva, preporučljivo je: I. zakon termodinamike povezati sa zakonom očuvanja energije u makroskopskom svijetu; ukazati kako se rad u termodinamici obavlja pri izobarnom procesu; uvesti jasno razlikovanje predznaka za rad i toplotu; povezati unutarnju energiju s izmjenom topline s okolinom; naglasiti razliku između spontanosti i nespontanosti procesa; obrazložiti kako je za obavljanje rada nužno postojanje dvaju toplinskih spremnika; razjasniti kako je teoretski moguće dobiti stopostotnu korisnost.

Učenici teško mogu razumjeti kako rad može biti pozitivnog i negativnog predznaka, pa bi dobro bilo pokazati animaciju rada cilindričnog motora ili izvesti jednostavan pokus služeći se ručnom cilindričnom pumpom.

Izvođenjem pokusa, učenicima postaje jasno da je rad negativnog predznaka onda kad se djelovanjem vanjske sile plinu smanjuje obujam (rukama guramo pomični klip), a pozitivan kad plin spontano povećava svoj obujam (klip se sam od sebe vraća u početno stanje).

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (grafičko prikazivanje kružnih procesa), Tehnička kultura i Povijest (izum prvog toplinskog stroja, utjecaj motora s unutarnjim izgaranjem na razvoj društva, znanosti).

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
B.II.6. Učenik primjenjuje zakone termodinamike.	- povezuje zakone termodinamike s radom toplinskih strojeva - pojašnjava vezu između toplinskih strojeva i zagađenja okoliša - grafički prikazuje rad toplinskih strojeva - definira Carnotov kružni proces - uspoređuje korisnost idealnih i stvarnih toplinskih strojeva.

Poveznice sa ZJNPP

FIZ-2.2.2

Ključni sadržaji

- toplinski stroj, rashladni stroj, Carnotov idealni stroj
- korisnost

Preporuke za ostvarenje ishoda

Rješavanjem problemskih zadataka vezanih za korisnost toplinskih strojeva, učenici uviđaju da je za visok postotak korisnog djelovanja toplinskih strojeva nužno da temperaturna razlika dvaju toplinskih spremnika bude što veća. Poticanje učenika na „istraživanje“ tematike kroz seminarske i prezentacijske radnje bi također dalo pozitivan doprinos u učenju.

Služeći se grafičkim prikazom kružnog procesa idealnog toplinskog stroja, olakšava se uočavanje razlika između izotermnih i adijabatskih procesa.

Isticanjem korisnosti dizelskih i benzinskih motora, korisnosti termoelektrana te objašnjavanjem da je hladniji toplinski spremnik zapravo vanjski okoliš, učenici postaju svjesni koliki je utjecaj toplinskih strojeva na zagađenje okoliša.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika, Povijest, Biologija (toplinsko zagađenje okoliša) i Tehnička kultura (motori s unutarnjim izgaranjem).

PREDMETNO PODRUČJE: C/ Elektromagnetizam

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
C.II.1. Učenik primjenjuje zakone elektrostatičke.	- definira elementarni naboj i Coulombov zakon te uspoređuje izraze za Coulombov zakon i Newtonov opći zakon gravitacije - služi se elektroskopom, pojašnjava električnu influenciju i polarizaciju - izvodi formulu za jakost električnog polja te skicira električne silnice - uspoređuje električnu potencijalnu energiju s drugim oblicima potencijalne energije, također povezuje električni potencijal s naponom - upotrebljava formule za kapacitet kondenzatora te izvodi formule za serijski i paralelni spoj kondenzatora.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-3.1.1</u>

Ključni sadržaji	
• elementarni naboj • kulon (C) • ukupni naboj • kvantizacija naboja • Coulombov zakon • električno polje • homogeno električno polje • električne silnice • elektroskop • influencija • polarizacija • električni potencijal • napon • volt (V) • ekvipotencijalna ploha • kondenzator • kapacitet • farad (F)	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
S pojmovima naboja, napona, električnog polja, učenici se upoznaju još kroz osnovnu školu kroz nastavu Fizike i Tehničke kulture. Nažalost, već tu se usvajaju pogrešna objašnjenja koja je naknadno veoma teško ispraviti. Jedan od pogrešno usvojenih pojmova je elementarni naboj. Često se elementarni naboj definira kao najmanja vrijednost naboja, čiji su prenositelji elektroni i protoni. Veoma je bitno ispraviti pogrešno definirani koncept i reći kako je nositelj elementarnog naboja proton. Preporuka je, uvođenjem Coulombovog zakona, ovisnost djelovanja električne sile prikazati grafički te ilustrirati skicom, električnim silnicama, kako bi učenici usvojili da električna sila opada s kvadratom udaljenosti od izvora sile. Na sličan način objasniti i električno polje. Od pomoći bi bilo istaknuti sličnost formula Newtonovog zakona gravitacije i Coulombovog zakona. Vrlo teški i apstraktni pojmovi za učenike su napon i potencijal. Treba osvijestiti učenika kako je napon primarna veličina, a ne potencijal. Ključno je povezati napon s promjenom električne potencijalne energije. Bitno je naglasiti da je napon usko povezan s električnim poljem (nema električnog polja bez napona, niti napona bez električnog polja). Definirati pojmove kondenzatora, kapaciteta, homogenog električnog polja, uvesti mjernu jedinicu za kapacitet. Više o kondenzatorima i ukupnom kapacitetu učenici će naučiti upotrebljavajući zakone elektrostatičke kroz problemske zadatke. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika, Biologija (elektricitet, razlika potencijala vanjskog i unutarnjeg dijela stanice), Kemija (elektron, proton) i Tehnička kultura (kondenzatori).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
C.II.2. Učenik upotrebljava koncepte i zakone elektrostatičke.	• koristi se izrazom za Coulombov zakon • izvodi formule za rad i snagu električne struje • objašnjava gibanje nabijene čestice u homogenom električnom polju • izračunava ukupan kapacitet serijski, paralelno ili kombinirano spojenih kondenzatora.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-3.1.2</u>
Ključni sadržaji	
• rad i snaga električne struje • ekvivalentni kapacitet	
Preporuke za ostvarenje ishoda	

Uvođenjem i definiranjem kondenzatora i kapaciteta, učenici se upoznaju s homogenim električnim poljem. Služeći se slikovnim prikazima, može se na jednostavan i razumljiv način objasniti električna potencijalna energija nabijene čestice unutar homogenog električnog polja. Također je preporučljivo električnu potencijalnu energiju pojasniti pomoću gravitacijske potencijalne energije tijela u gravitacijskom polju.

Kroz serijsko i paralelno spajanje kondenzatora, bitno je uvesti zakon očuvanja količine naboja. Primjenom izraza za kapacitet kondenzatora, izvesti formule za ukupan kapacitet serijski i paralelno spojenih kondenzatora. Rješavanjem problemskih zadataka s kombiniranim spojevima kondenzatora, učenicima se omogućava dodatno usvajanje naučenih pojmova te primjena zakona elektrostatičke.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika i Tehnička kultura (spajanje kondenzatora, korištenje kondenzatora, snaga električne struje).

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
C.II.3. Učenik analizira zakone elektrodinamike.	- objašnjava jakost električne struje na mikrorazini - primjenjuje Ohmov zakon za vanjski dio strujnog kruga i za cijeli strujni krug - koristi Zakon električnog otpora i objašnjava linearnu ovisnost električnog otpora o temperaturi - izvodi formule za serijski i paralelni spoj otpornika, te rješava problemske zadatke - primjenjuje Kirchhoffove zakone na strujni krug.

Poveznice sa ZJNPP

FIZ-3.2.1 FIZ-3.2.2

Ključni sadržaji

- jakost električne struje (I)
- amper (A)
- električni otpor (R)
- ohm (Ω),
- Zakon električnog otpora
- električna otpornost (ρ)
- strujni krug
- elektromotorni napon (ε)
- unutarnji otpor
- kratki spoj
- ampermetar
- voltmetar
- galvanometar
- serijski i paralelni spoj otpornika
- ekvivalentan otpor
- Kirchhoffovi zakoni
- strujni čvor.

Preporuke za ostvarenje ishoda

S gradivom iz elektrodinamike se učenici susreću u osmom razredu osnovne škole, dok se u drugom razredu srednje škole sadržaj produbljuje i konkretizira. Učenici znaju da je mjerna jedinica za jakost električne struje amper, ali često pogrešno zaključuju da se amper može izraziti kao količnik kulona i sekunde ($A=C/s$).

U metalnim vodičima električna struja je tok elektrona. Mnogo puta učenici smatraju da ti elektroni putuju brzinom svjetlosti, što nije točno (red brzine je centimetar po minuti). Potrebno je naglasiti da je energija u strujnom krugu ono što teče brzo, tj. širi se gotovo trenutno kroz strujni krug. Radi boljeg objašnjenja navedenog, možemo električnu energiju objasniti pomoću analogije s kotačem: kad zavrtimo veliki kotač, cijeli kotač se pomiče kao cjelina i tako prenosimo mehaničku energiju gotovo trenutno na sve dijelove kotača. Električna energija je poput trzaja energije mehaničkog vala koji smo poslali na sve dijelove kotača, dok se atomi kotača nisu trebali brzo kretati nigdje da bi se to dogodilo.

Ono na što posebno treba obratiti pozornost je miskoncepcija učenika kako elektroni nastaju u bateriji (generatoru), dok se ti elektroni već odavno nalaze u vodičima (slobodni elektroni), a baterije i generatori im samo daju energiju koja uzrokuje gibanje – električnu struju.

Izvođenjem Ohmovog zakona valja naglasiti da formula vrijedi samo za vanjski dio strujnog kruga, te da se za cijeli strujni krug još uvode pojmovi elektromotornog napona i unutarnjeg otpora izvora.

Učenici često povezuju napon sa strujom, tj. povezuju protjecanje električne struje s naponom. Nerijetko oznaku volta poistovjećuju sa snagom struje koja je prema njihovom mišljenju pohranjena u bateriji. Primjećujemo da učenici često izbjegavaju koristiti pojam otpora pri objašnjavanju strujnih krugova jer nisu upoznati s tim kako otpor utječe na ostale veličine u strujnom krugu. Iz tog se razloga javlja niz krivih predodžbi o ulozi otpora u strujnom krugu: intuitivno im je teško prihvatljiva ideja da je ukupan otpor trošila spojenih u paralelu manji od otpora spojenih serijski; poistovjećuju povećanje otpora s povećanjem struje; smatraju da je otpor karakteristika samo vanjskog dijela strujnog kruga. Bitno je osvijestiti da se otpor javlja i u unutarnjem dijelu strujnog kruga, tj. da postoji unutarnji otpor baterije.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika, Kemija (slobodni elektroni, ioni, kationi), Tehnička kultura (strujni krug, spajanje trošila u strujnom krugu, električna energija) i Povijest (utjecaj otkrića električne struje na razvoj čovječanstva).

PREDMETNO PODRUČJE: E/ Fizika, društvo i tehnologija

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.II.1. Učenik mjeri fizikalne veličine.	- nabraja osnovne fizikalne veličine, njihove oznake, mjerne jedinice i oznake mjernih jedinica - izvodi mjerenje pazeći na najčešće pogreške prilikom mjerenja - upotrebljava zapis za fizikalne veličine - određuje srednju vrijednost nakon više mjerenja - preračunava mjerne jedinice iz mehanike, topline i termodinamike, te elektrostatičke i elektrodinamike.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-5.2.2</u>
Ključni sadržaji	
- fizikalne oznake - pretvorbe mjernih jedinica - složene mjerne jedinice	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Uvođenjem novih, složenih mjernih jedinica, potrebno je učenicima naglasiti kako se svaka složena mjerna jedinica može iskazati pomoću osnovnih mjernih jedinica. Učenici često zaboravljaju pisati mjerne jedinice kroz razradu zadatka ili smatraju da su nepotrebne. No, od velike je važnosti zahtijevati od učenika da se služe mjernim jedinicama, jer su im iste "vodilja" jesu li zadatak riješili točno ili ne. Također, rastavljanjem složenih mjernih jedinica ponavljaju prethodno naučeno gradivo što njihovo znanje čini čvršćim.	
Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika i Kemija.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.II.2. Učenik izvodi eksperimente iz predmetnih područja koja se rade u drugoj godini učenja nastavnoga predmeta Fizika.	- mjeri i preračunava temperaturu iz Celzijevе temperature ljestvice u Kelvinovu temperaturnu ljestvicu - određuje temperaturu smjese te izračunava specifični toplinski kapacitet tvari koristeći kalorimetar i termometar - pokusom dokazuje povezanost temperature s kinetičkom energijom molekula

	mjeri jakost električne struje, napon i otpor služeći se voltmetrom i ampermetrom.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-5.2.1</u>
Ključni sadržaji	
- eksperiment, eksperimentalni pribor - postupak mjerenja - aritmetička sredina - standardna devijacija - apsolutna pogreška	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Izvođenjem pokusa u nastavi Fizike višestruko se olakšava učenicima shvaćanje svih sadržaja s kojima se susreću. Pokusi u nastavi imaju bitnu ulogu u razvijanju i poticanju intelektualnog razvoja i logičkog zaključivanja kod učenika. Osim što čini nastavu zanimljivijom i zabavnijom, provođenje pokusa omogućava stjecanje direktnog iskustva o fizikalnim pojavama, motivira i potiče razvijanje učničkih ideja te omogućava testiranje učničkih predviđanja i korigiranje njihovog zaključivanja. Unatoč tome, moguće je izvesti pokuse služeći se lako dostupnim priborom te poticati učenike na samostalno demonstriranje pokusa. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika, Tehnička kultura i Kemija.	

GIMNAZIJA

3. razred /70 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: A/ Mehanika	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.III.1. Učenik primjenjuje harmonijsko titranje.	- upotrebljava matematički opis harmonijskog titranja - razlikuje povratnu silu u različitim primjerima titranja - izračunava kinematičke veličine harmonijskog titranja - objašnjava prisilno, prigušeno titranje i rezonanciju.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-4.1.1 FIZ-4.1.2</u>
Ključni sadržaji	
- opis titranja - harmonijsko titranje - povratna sila - matematičko njihalo - prisilno i prigušeno titranje - rezonancija - period - frekvencija - elongacija - amplituda - faza titranja.	

Preporuke za ostvarenje ishoda	
Prikazati eksperimentalno titranje tijela na opruzi i matematičkom njihalu. Preporuka je istovremeno prikazivati titranje tijela i iscrtavanje grafikona ovisnosti elongacije u vremenu. Uvesti i pojam faze kao veličine kojom je određeno jedno stanje titranja. Objasniti utjecaj rezonancije kroz primjere u građevinarstvu. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnoga predmeta Matematika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.III.2. Učenik objašnjava nastanak vala i valna svojstva.	- objašnjava nastanak vala na primjerima iz prirode - razlikuje period, amplitudu i valnu duljinu iz grafičkih prikaza vala - opisuje ovisnost brzine vala o vrsti sredstva - opisuje nastanak stojnog vala.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-4.1.1 FIZ-4.1.2</u>
Ključni sadržaji	
- obilježja vala - prijenos energije pomoću valova - transverzalni i longitudinalni val - brzina vala, valna duljina - valna funkcija refleksija i lom valova - ogib i interferencija valova - stojni val.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Razmatranje valnog gibanja složeno je zbog činjenice da valno gibanje opisuje funkcija s dvije promjenjive (prostorna i vremenska koordinata). Preporučuje se objasniti valove potresa. Primjenjivati zadatke veće složenosti. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnoga predmeta Matematika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
A.III.3. Učenik utvrđuje valne veličine i svojstva zvuka.	- objašnjava pojavu rezonancije na primjerima različitih glazbenih instrumenata - primjenjuje Dopplerov učinak na primjere iz svakodnevnice - računa prag čujnosti, jakost i razinu zvuka - navodi izvore zvučnog zagađenja.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-4.1.1 FIZ-4.1.2</u>
Ključni sadržaji	
- zvuk - infrazvuk - ultrazvuk - izvori zvuka - intenzitet zvuka - prag čujnosti - razina jakosti zvuka - Dopplerov učinak.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	

Objasniti primjenu ultrazvuka u medicinskoj dijagnostici. Objasniti primjenu Dopplerovog učinka u pomorstvu i astrofizici. Demonstrirati kako valovi zvuka prenose energiju. Upozoriti na utjecaj buke na zdravlje čovjeka.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika i Glazbena umjetnost.

PREDMETNO PODRUČJE: C/ Elektromagnetizam	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
C.III.1. Učenik povezuje magnetska svojstva i električnu struju.	• opisuje svojstva magneta i magnetsko polje • povezuje nastanak magnetskog polja s gibanjem naboja • uspoređuje permanentne magnete i elektromagnete • izračunava magnetski tok i magnetsku indukciju • opisuje nastanak magnetskog polja • upotrebljava Amperovu i Lorentzovu silu • izračunava i grafički prikazuje gibanje naboja u magnetskom polju.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-3.3.1 FIZ-3.3.2</u>
Ključni sadržaji	
• magnetsko polje magneta • magnetska indukcija i magnetski tok • magnetsko polje povezano s električnom strujom • Ampereova sila, Lorentzova sila • gibanje nabijene čestice u magnetskom polju • magnetska sila između dvaju paralelnih vodiča.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Uvesti pojam magnetnog polja koristeći magnetnu iglu. Izvesti ogled za Amperovu silu i primjenu Amperove sile u uređajima poput zvučnika. Objasniti putanju nabijene čestice u magnetskom polju. Izvesti Oerstedov ogled. Objasniti karakteristike materijala i podjelu na feromagnete, dijamagnete i paramagnete. Definirati Amper koristeći silu između dvaju paralelnih vodiča.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
C.III.2. Učenik koristi elektromagnetsku indukciju.	• primjenjuje Faradayev zakon • povezuje svojstva istosmjerne i izmjenične struje • objašnjava značenje frekvencije i efektivne vrijednosti električne struje • upotrebljava grafički prikaz izmjenične struje.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-3.3.3</u>
Ključni sadržaji	
• elektromagnetska indukcija • Faradayev zakon • Lenzovo pravilo • međuinukcija i samoindukcija • načelo rada električnog generatora i izmjenična električna struja • električni transformator.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	

Preporučuje se demonstriranje što većeg broja različitih situacija koje dovode do induciranja elektromotorne sile. Poticati učenike na kreativnost i kritično razmišljanje.

Uvesti Lenzovo pravilo putem ogleda u kojem se ispituje međudjelovanje solenoida s strujom i aluminijskog prstena okačenog uz otvor solenoida. Objasniti pojavu samoindukcije.

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
C.III.3. Učenik primjenjuje krugove izmjenične struje.	• razlikuje otpore u krugovima izmjenične struje • navodi razlike između aktivne, reaktivne i prividne snage • demonstrira krugove izmjenične strujne.

Poveznice sa ZJNPP

FIZ-3.2.2

Ključni sadržaji

- efektivne vrijednosti
- maksimalne vrijednosti i trenutne vrijednosti napona i jakosti električne struje
- otpori u kolu izmjenične struje
- snaga izmjenične struje
- transformatori i generatori
- prijenos električne energije.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Uvesti pojam izmjenične struje i električnog kruga koji se sastoji od otpornika, zavojnice i kondenzatora. Računski odrediti induktivni, kapacitivni otpor i ukupni otpor RLC kruga. Istaknuti rezonanciju. Objasniti ulogu transformatora pri prijenosu električne energije. Tumačiti prednosti i nedostatke izmjenične i istosmjerne električne struje.

Preporučuje se razmatranje električnih krugova, kao i zaštita od strujnog udara i pružanja pomoći unesrećenom.

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
C.III.4. Učenik objašnjava svojstva poluvodiča i njihovu primjenu u praksi.	• navodi sličnosti i razlike između poluvodiča, vodiča i izolatora • objašnjava principe rada poluvodičke diode, tranzistora i pojačala • navodi različite primjene poluvodiča u svakodnevnicima i tehnici.

Poveznice sa ZJNPP

FIZ-3.2.1

Ključni sadržaji

- poluvodiči
- električna struja u poluvodičima
- n-tip poluvodiča, p-tip poluvodiča
- pn spoj
- poluvodička dioda
- tranzistor
- pojačalo
- integralni sklopovi.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ponoviti kemijske veze u čvrstim tijelima, energiji ionizacije i molekularno-kinetičkoj teoriji.

Pokazati primjenu poluvodičke diode i tranzistora u svakodnevnicima. Objasniti logičke sklopove.

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
C.III.5. Učenik objašnjava nastanak, svojstva i primjene elektromagnetskih valova.	• opisuje izvore i energijski spektar elektromagnetskog zračenja • navodi primjere elektromagnetskog zračenja iz svakodnevnice.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-4.2.1</u>
Ključni sadržaji	
• električni titrajni krug • dipol • nastajanje i rasprostiranje elektromagnetskih valova • vrste elektromagnetskih valova – elektromagnetski spektar.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Istaknuti da se promjenom električnog polja inducira magnetno polje. Objasniti promjenu energije u električnom titrajnom krugu. Navesti karakteristike elektromagnetnih valova i usporediti ih sa mehaničkim valovima. Objasniti učinak staklenika i štetan utjecaj ultraljubičastog zračenja. Navesti primjenu elektromagnetnih valova u tehnici i medicini.	

PREDMETNO PODRUČJE: D/ Optika i moderna fizika	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.III.1. Učenik primjenjuje temeljne zakone fotometrije.	• navodi povijesne ideje o prirodi svjetlosti • opisuje značaj ideja za razvoj moderne slike svijeta • razlikuje pojmove svjetlosnog toka, jakosti svjetlosti i osvijetljenosti • rješava zadatke iz područja fotometrije • upotrebljava informacije o postizanju optimalne osvijetljenosti i maksimalne uštede energije.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-4.2.1 FIZ-4.2.2</u>
Ključni sadržaji	
• priroda svjetlosti • brzina svjetlosti • metode određivanja brzine svjetlosti • izvori svjetlosti • fotometrija • fotometrijske veličine • svjetlosni tok • jakost izvora svjetlosti • svjetljivost • osvijetljenje plohe • Lambertov zakon • fotometri.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Poželjno je izvesti zakone fotometrije pomoću eksperimenta koristeći fotočelije. Primjena Lambertovog zakona u praksi kao i njegova ograničenja. Istaknuti značaj dobre osvijetljenosti radnog prostora za zdravlje čovjeka. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (geometrija, računske operacije u Q, jednačbe) i Likovna kultura (optički spektar).	

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.III.2. Učenik upotrebljava zakone geometrijske optike.	- konstruira slike predmeta nastale lomom svjetlosti u leći - primjenjuje zakon odbijanja i loma svjetlosti, te totalne refleksije - opisuje razlaganje svjetlosti - koristi osnovne zakone geometrijske optike na optičke instrumente.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-4.2.2
Ključni sadržaji	
- zakoni geometrijske optike (općenito) - odbijanje svjetlosti - zrcala - lom svjetlosti - indeks loma - totalna refleksija - raspršenje ili disperzija svjetlosti pomoću prizme - sabirne i rastresne leće - optički instrumenti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Mjeri indeks loma stakla/plastike. Mjeri žarišnu daljinu leće. Skrenuti pozornost na moguće probleme s vidom i kako ih otkloniti. Područje geometrijske optike moguće je obraditi u velikoj mjeri kroz izvođenje pokusa s lako pristupačnim materijalima. Poticati kreativnost izrađujući model periskopa. Pokazati praktičnu primjenu zrcala u svakodnevnom životu. Izračunavati položaj veličinu, povećanje slike koja nastaje u leći. Objasniti princip rada mikroskopa kroz praktičnu primjenu. Primjenjujući geometriju objasniti optičke instrumente.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.III.3. Učenik analizira valnu prirodu svjetlosti.	- opisuje svjetlost kao val - analizira ogib i interferenciju svjetlosti - pojašnjava raspršenje i polarizaciju svjetlosti.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-4.2.2
Ključni sadržaji	
- interferencija svjetlosti - koherentnost izvora svjetlosti - ogib svjetlosti - optička rešetka - polarizacija svjetlosti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Opisati polarizaciju i interferenciju svjetlosti u prirodi (sloj ulja na vodi, perje ptica, mjehur sapunice, polarizacijske naočale, dvolomac). Opisati i istražiti primjere raspršenja svjetlosti iz svakodnevnice (duga, plavetnilo neba i sl.). Provesti istraživanja interferencije svjetlosti iz dvaju izvora (Youngov pokus) i ogiba na optičkoj rešetci.	

PREDMETNO PODRUČJE: E/ Fizika, društvo i tehnologija	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.III.1. Učenik mjeri fizikalne veličine.	- nabraja fizikalne veličine, njihove oznake, mjerne jedinice i oznake mjernih jedinica - izvodi mjerenje pazeći na najčešće pogreške prilikom mjerenja - upotrebljava zapis za fizikalne veličine - određuje srednju vrijednost nakon više mjerenja - preračunava mjerne jedinice iz elektromagnetizma, titranja, valova i optike.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-3.2.1 FIZ-3.3.3 FIZ-4.1.2</u>
Ključni sadržaji	
sadržaji koji se uče u trećem razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je poznavati mjerne veličine i jedinice koje se izučavaju. Računa potrebne fizičke veličine. Primjenjuje i pretvara mjerne jedinice. Vrednuje postupak i rezultat.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.III.2. Učenik predočava rezultate izvršenih mjerenja fizikalnih veličina.	- izračunate vrijednosti fizikalnih veličina predočava grafički i tablično - izračunava elongaciju koristeći jednadžbu titranja - određuje period matematičkog njihala ovisno o promjeni duljine niti - prepoznaje trajne magnete i elektromagnete - istražuje djelovanje magnetnog polja na vodič kojim teče električna struja - određuje brzinu vala koristeći silu napetosti - izračunava razinu zvuka te frekvenciju izvora zvuka - definira i računa indeks loma, objašnjava Snellov zakon - određuje udaljenost i veličinu slike predmeta ispred leće koristeći se algebarskim izrazom i konstrukcijom.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-3.3.2 FIZ-4.1.2 FIZ-4.2.1</u>
Ključni sadržaji	
sadržaji koji se uče u trećem razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je metodički pristupiti izradi fizikalnih zadataka. Rješavati zadatke niže i srednje složenosti iz titranja, valova, elektromagnetizma i optike. Teže zadatke treba primjenjivati kao poticaj darovitim učenicima.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.III.3. Učenik predočava rezultate izvršenih mjerenja fizikalnih veličina.	- mjeri i preračunava dobivene rezultate mjerenja - predočava prisilne oscilacije i rezonanciju - pokazuje nastanak i vrste mehaničkih valova - mjeri frekvenciju zvuka - izvodi Oerstedov pokus

	• pokazuje princip rada transformatora • pokazuje odbijanje svjetlosti koristeći zrcala • određuje lom svjetlosti kroz planparalelnu ploču i kroz prizmu • određuje valnu duljinu svjetlosti • koristi se podacima koje je dobio mjerenjem.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-3.3.1 FIZ-4.1.2 FIZ-4.2.1</u>
Ključni sadržaji	
• sadržaji za koje se izvode eksperimenti u trećem razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenici sudjeluju u izvođenju eksperimenata i istraživanju fizikalnih pojava putem pokusa i računalnih simulacija. Eksperimente i pokuse izvode samostalno, u paru ili u grupi.	

GIMNAZIJA

4. razred /60 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: D/ Optika i moderna fizika	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.1. Učenik objašnjava razlike u osnovnim izrazima klasične i relativističke fizike.	• opisuje povijesni razvoj specijalne teorije relativnosti • opisuje Einsteinove teorijske argumente specijalne teorije relativnosti • objašnjava postulate specijalne teorije relativnosti.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-4.2.3</u>
Ključni sadržaji	
• Galilejeva relativnost • Einsteinova relativnost • relativnost istodobnosti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
S teorijom relativnosti učenici se prvi put susreću u srednjoj školi. Teorija relativnosti je složenije i zahtjevnije gradivo i samim time učenicima teže za shvatiti. Stoga je potrebno razviti njihovo poimanje prostora i vremena objašnjavanjem postulata specijalne teorije relativnosti. Potrebno je objasniti postulate Galilejeve teorije relativnosti. Napraviti korelaciju s Einsteinovom teorijom relativnosti. Objasniti kako je nastala specijalna teorija relativnosti, nakon što se neke eksperimentalne činjenice nisu mogle objasniti zakonima fizike koji su do tada bili poznati, odnosno zakonima klasične fizike. Uvesti pojam specijalne teorije relativnosti i načela na kojima se specijalna teorija relativnosti zasniva. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (koordinatni sustav), Hrvatski jezik (jezično izražavanje) i Informatika.	

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.2. Učenik primjenjuje osnovne postulate specijalne teorije relativnosti na osnovne pojmove.	- koristi formule za dilataciju vremena i kontrakciju duljine - povezuje masu i energiju u specijalnoj teoriji relativnosti, te mogućnost primjene pretvorbe mase u energiju - navodi primjene teorije relativnosti (crne rupe, GPS).
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-4.2.3
Ključni sadržaji	
- dilatacija vremena - kontrakcija duljine - masa i energija u specijalnoj teoriji relativnosti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti kakve se promjene događaju u sustavu koji se jednoliko giba u odnosu na neki drugi sustav koji miruje. Pomoću Lorentzovih transformacijskih jednačbi pokazati kakav je odnos između duljine koju mjerimo u sustavu koji se jednoliko giba u odnosu na duljinu u sustavu koji miruje. Isto tako, vidjeti kako se odnose vremenski intervali u takva dva sustava. Preporučuje se korištenje računalnih simulacija kako bi se bolje predočilo kako dolazi do kontrakcije duljine i dilatacije vremena. Preporuka je prirediti zadatke u kojima će učenici primjenjivati formule za dilataciju vremena i kontrakciju duljine. Bilo bi korisno uvesti pojam relativističke energije te matematički izraz kojim se izračunava. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (linearne jednačbe), Geografija (orijentacija u prostoru) i Informatika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.3. Učenik primjenjuje osnovne pojmove i ideje u kvantnoj fizici.	- povezuje toplinsko zračenje s temperaturom i valnom duljinom elektromagnetskog zračenja - primjenjuje Wienov zakon zračenja - primjenjuje Stefan-Boltzmannov zakon zračenja.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-4.3.1
Ključni sadržaji	
- toplinsko zračenje - Wienov zakon - Stefan-Boltzmannov zakon - Planckova hipoteza.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kvantnu fiziku učenici prvi put proučavaju u završnom razredu gimnazije. Kod toplinsko zračenja postoje određene učničke zablude u svezi topline i temperature koje će otežati pravilno shvaćanje toplinskog zračenja. Objasniti pojam "apsolutno crno tijelo", vezano za apsorpciju upadnog zračenja. Uspostaviti vezu temperature tijela i valne duljine na kojoj apsolutno crno tijelo maksimalno zrači (Wienov zakon). Ustvrditi vezu intenziteta zračenja i temperature (Stefan-Boltzmannov zakon). Pri obradi se preporučuje koristiti virtualne pokuse kako bi učenici što lakše samostalno došli do zaključaka o zakonitostima toplinskog zračenja. Preporuka je raditi zadatke različite težine, prilagođene mogućnostima učenika. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (linearne jednačbe, jednačbe višeg stupnja) i Informatika.	

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.4. Učenik opisuje glavna svojstva fotoelektričnog učinka i njegovu primjenu.	- objašnjava pojavu fotoelektričnog učinka - koristi Einsteinovo tumačenje fotoelektričnog učinka.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-4.3.1
Ključni sadržaji	
- fotoelektrični učinak - granična frekvencija - kinetička energija fotoelektrona - izlazni rad.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Iako se gotovo svakodnevno susreću s uređajima u kojima se primjenjuje fotoelektrični učinak (alarmni sustavi, kamere za snimanje, solarne ćelije), malo znaju o toj pojavi. Potrebno je objasniti pojavu fotoelektričnog učinka, za što se mogu koristiti računalne simulacije ili video materijali. Vidjeti koji su to uvjeti pri kojima može doći do fotoelektričnog učinka. Uvesti pojam granične frekvencije ispod koje nema pojave fotoelektričnog učinka. Utvrditi o čemu ovisi maksimalna kinetička energija fotoelektrona, je li o frekvenciji ili intenzitetu elektromagnetnog zračenja. Objasniti pojam izlaznog rada. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (jednadžbe), Kemija (svojstva metala) i Informatika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.5. Učenik koristi izraze iz različitih teorija kojima se opisuje valno-čestična priroda elektromagnetskog zračenja	- objašnjava Comptonovo raspršenje - opisuje de Broglievu hipotezu i ogib elektrona.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-4.3.1
Ključni sadržaji	
- Comptonovo raspršenje - de Broglievu hipotezu - ogib elektrona.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pojasniti na koji način Comptonovo raspršenje potvrđuje čestičnu prirodu elektromagnetnog zračenja. U tu svrhu može se izvesti usporedba pokusa s ogibom elektrona i pokusa s ogibom snopa svjetlosti. Pojasniti De Broglievu hipotezu o valnim svojstvima čestica. Opisati način na koji je De Broglie došao do izraza za valnu duljinu elektromagnetnog zračenja krenuvši od izraza za količinu gibanja fotona i Einsteinovog izraza za energiju. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (trigonometrija) i Informatika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.6. Učenik analizira Bohrov model atoma.	- opisuje povijesni razvoj modela atoma - uspoređuje Thomsonov, Rutherfordov i Bohrov model atoma - povezuje Bohrov model atoma s linijskim spektrom vodikova atoma - opisuje kvantno-fizikalni model atoma.

Poveznice sa ZJNPP		<u>FIZ-4.2.3</u>
Ključni sadržaji		
- Thomsonov model atoma - Rutherfordov model atoma - Bohrov model atoma - kvantnofizikalni model atoma - linijski spektar.		
Preporuke za ostvarenje ishoda		
O atomima su učili i u osnovnoj školi te bi se sada to znanje trebalo proširiti. Napraviti kratki presjek razvoja ideje o sastavu tvari počevši od pojma fizičara, elementa. Spomenuti neka istaknuta imena. Potrebno je analizirati povijesni razvoj modela atoma, preko Thomsonova i Rutherfordova do Bohrova modela. Uvesti pojam kvantnog uvjeta i kvantnog broja. Potrebno je objasniti i kvantno-fizikalni model atoma. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Kemija (model atoma, kvantno-mehanički model atoma), Biologija, Matematika, Geografija (Sunčev sustav), Filozofija i Matematika.		
Odgojno-obrazovni ishod učenja		Razrada ishoda
D.IV.7. Učenik opisuje proces nastanka stimulirane emisije fotona.		- razlikuje spontanu i stimuliranu emisiju fotona - opisuje princip rada lasera.
Poveznice sa ZJNPP		<u>FIZ-4.3.3</u>
Ključni sadržaji		
- spontana emisija fotona - stimulirana emisija fotona - laseri.		
Preporuke za ostvarenje ishoda		
Učenicima se treba pojasniti razlika između spontane i stimulirane emisije fotona, kako bi shvatili da se atomi pobuđuju tek apsorpcijom fotona i da većinu vremena ostaju u osnovnom stanju. Potrebno je objasniti princip rada lasera i navesti neke uređaje u kojima se primjenjuje taj princip. Npr. u industriji (oruđe za obradu svih vrsta materijala), u medicini (za rezanje i obradu tkiva, zaustavljanje krvarenja), u ekologiji (za otkrivanje onečišćivača u zraku), u vojnoj tehnici, informacijskim tehnologijama (za prijenos signala u svjetlovodima, CD uređajima, uređajima za skeniranje i sl.). Navesti tipove lasera s obzirom na aktivno sredstvo u kojem se događa laserska emisija. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika, Informatika i Kemija (atomske jezgre).		
Odgojno-obrazovni ishod učenja		Razrada ishoda
D.IV.8. Učenik primjenjuje zakon radioaktivnog raspada i nuklearnih reakcija.		- opisuje strukturu atomske jezgre i definira jaku (nuklearnu) silu - primjenjuje defekt mase i energiju vezanja atomske jezgre u rješavanju problema - razlikuje vrste radioaktivnog raspada i primjenjuje zakon u rješavanju problema - navodi primjene radioaktivnog raspada.
Poveznice sa ZJNPP		<u>FIZ-4.3.3</u>
Ključni sadržaji		
atomska jezgra		

• radioaktivnost • radioaktivni raspadi.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je analizirati sve vrste raspada: alfa-raspad, beta-raspad i gama-raspad. Opisati promjene koje se događaju u jezgri pri svakom od ovih raspada pojedinačno. Uvesti pojam vremena poluraspada i kako se broj neraspadnutih jezgri mijenja ovisno o vremenu poluraspada. Korisno bi bilo objasniti kako se radioaktivni raspad može primijeniti pri rješavanju problema kao što je određivanje starosti arheoloških uzoraka organskog podrijetla pomoću ugljika C14 ili primjene radioaktivnih izotopa u medicinske svrhe. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (eksponecijalna funkcija), Kemija (kemijske reakcije, radioaktivni raspadi), Povijest (korištenje atomskih bombi, utvrđivanje starosti uzoraka), Biologija (radioaktivnost) i Informatika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.9. Učenik razlikuje vrste ionizirajućeg zračenja.	• razlikuje vrste ionizirajućeg zračenja i način njegove detekcije i mjerenja • opisuje učinak ionizirajućeg zračenja na žive organizme • objašnjava fisiju i fuziju • opisuje elementarne čestice.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-4.3.3
Ključni sadržaji	
• ionizirajuće zračenje • elementarne čestice • fisija i fuzija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti kako dolazi do ionizacije tvari, što za posljedicu ima stvaranje ionizirajućeg zračenja. Uvesti pojmove apsorbirane doze i ekvivalentne doze ionizirajućeg zračenja te faktor učinka. Navesti neke prirodne izvore ionizirajućeg zračenja kojima je izložen čovjek, izloženost zračenju pri rendgenskom snimanju. Bilo bi korisno spomenuti katastrofe koje su se dogodile pri nuklearnom bombardiranju ili nesreće koje su se dogodile u rudnicima urana te koje su dugoročne posljedice velikih doza zračenja. Objasniti nastanak energije nuklearnim reakcijama, te sami proces nuklearne fisije i fuzije. Pojasniti razliku između lančanih fisija koje se odvijaju u nuklearnim bombama i nuklearnim reaktorima. Analizirati prednosti fuzije u odnosu na fisiju. Potrebno je izvršiti podjelu elementarnih čestica po tipu čestica. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika, Geografija (izvori energije), Informatika i Kemija (otkriće elementarnih čestica).	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.10. Učenik objašnjava nastanak i razvoj svemira.	• opisuje teoriju velikog praska kao početak stvaranja svemira.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ-4.4.1 FIZ-4.4.2
Ključni sadržaji	
• teorija velikog praska.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti teoriju velikog praska kao početak stvaranja svemira prije 13,7 milijardi godina. Pojasniti kako je svemir nastao širenjem iz oblaka plina i prašine, te kako su se gustoća i temperatura mijenjale tijekom vremena. Istaknuti da teorija velikog praska ipak ima i nedostataka i da se još uvijek uvode neke nadopune te teorije.	

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Povijest, Filozofija (postojanje, svijet i umjetnost), Informatika, Biologija (biološka evolucija) i Kemija (kemijska evolucija).

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.11. Učenik opisuje nastanak Sunčevog sustava, evolucije zvijezda i svemira.	• opisuje glavne komponente Sunčeva sustava (Sunce, planete, asteroide, satelite, komete, meteoride) • objašnjava Hubbleov zakon širenja svemira.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-4.4.1 FIZ-4.4.2</u>
Ključni sadržaji	
• svemir • razvoj zvijezda • širenje svemira.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je istaknuti da je starost Sunčeva sustava 4,6 milijardi godina i da se formirao u nekoliko faza. Objasniti ulogu gravitacije pri komprimiranju plinova i prašine. Prikazati ilustraciju Sunčeva sustava, navodeći od čega se on sastoji. Mogu se koristiti različiti video materijali ili simulacije kako bi se objasnilo da svemir nije nastao u trenutku, te opisati razvoj svemira nakon velikog praska. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Kemija (plinovi), Biologija (biološka evolucija, rast i razvoj organizama), Informatika, Geografija (nastanak Sunčeva sustava, Zemlja u Sunčevu sustavu).	

PREDMETNO PODRUČJE: E/ Fizika, društvo i tehnologija	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.IV.1. Učenik opisuje povijest razvoja fizikalnih ideja.	• opisuje na koji način su se razvijale ideje o pojedinim pojavama koje se izučavaju u ovom dijelu fizike • uspoređuje način razmišljanja fizičara koji su bavili istim pojavama.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-5.1.1 FIZ-5.1.2</u>
Ključni sadržaji	
• fizikalne ideje i zakonitosti • najpoznatiji hrvatski fizičari • svjetski fizičari.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Preporuka je prikazati video materijal kojim će se obuhvatiti razdoblje unatrag stoljeća, kojim bi se prikazao razvoj pojedinih ideja u teoriji relativnosti, kvantnoj fizici, nuklearnoj fizici i fizici elementarnih čestica. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Povijest, Filozofija, Biologija i Kemija.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.IV.2. Učenik povezuje fiziku s drugim znanostima.	• uspostavlja vezu fizike s drugim područjima znanosti, kao što su kemija, biologija, geografija, matematika i glazbena kultura.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-5.3.1 FIZ-5.3.2</u>

Ključni sadržaji	
fizika u svezi s drugim znanostima.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je istaknuti na koji način je fizika povezana s drugim znanostima. Ukazati na vezu s matematikom pri rješavanju zadataka i prikazivanju različitih grafova; vezu s kemijom pri obradi modela atoma; vezu s geografijom pri obradi teorije relativnosti i slično. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Kemija, Geografija, Matematika i Informatika.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.IV.3. Učenik mjeri fizikalne veličine.	- nabraja osnovne fizikalne veličine, njihove oznake, mjerne jedinice i oznake mjernih jedinica - predlaže različita rješenja za probleme iz područja moderne fizike - upotrebljava zapis za fizikalne veličine - određuje srednju vrijednost nakon više mjerenja - preračunava mjerne jedinice iz područja moderne fizike.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-5.2.1 FIZ-5.2.2 FIZ-5.2.3</u>
Ključni sadržaji	
svi sadržaji koji se obrađuju u četvrtom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je poznavati osnovne fizikalne veličine, njihove oznake, mjerne jedinice i oznake mjernih jedinica. Preporuka je vršiti preračunavanje mjernih jedinica.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.IV.4. Učenik predočava rezultate izvršenih mjerenja osnovnih i izvedenih fizikalnih veličina.	- razlikuje i preračunava osnovne i izvedene fizikalne veličine - izračunava vrijeme i duljinu u inercijskim sustavima - izračunava graničnu valnu duljinu za fotoelektrični učinak, te brzinu fotoelektrona - prepoznaje elementarne čestice po tipu - definira radioaktivnost i objašnjava primjenu radioaktivnosti u medicini i arheologiji.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-5.2.1 FIZ-5.2.2 FIZ-5.2.3</u>
Ključni sadržaji	
svi sadržaji koji se eksperimentalno obrađuju u četvrtom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je rješavati zadatke različite težine iz relativnosti i kvantne fizike. Prilagoditi zadatke mogućnostima učenika.	

Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
E.IV.5. Učenik izvodi eksperimente iz predmetnih područja koja se rade u prvoj godini učenja nastavnoga predmeta Fizika.	• mjeri i preračunava dobivene rezultate mjerenja • pomoću virtualnih simulacija predočava relativističko skraćivanje duljine • mjeri graničnu valnu duljinu • mjeri energiju tijela koju tijela izrače.
Poveznice sa ZJNPP	<u>FIZ-5.2.1</u>
Ključni sadržaji	
• svi sadržaji koji se eksperimentalno obrađuju u četvrtom razredu gimnazije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Omogućiti svim učenicima sudjelovanje u izvođenju pokusa. Pokusi se mogu izvoditi na više načina: samostalno, u paru ili u grupi, te putem simulacija u slučaju kada nema mogućnosti izvođenja eksperimenata..	

Značaj predmeta Fizike u obrazovanju

Fizika je fundamentalna prirodna znanost koja nam pomaže razumjeti kako svijet oko nas funkcionira. Fizika se prepoznaje u svim pojavama, stoga je jako bitno da učenici shvate koliko je fizika važna u životu ljudi. Bavi se proučavanjem najosnovnijih uzročno-posljedičnih veza te nam pomaže uočiti vezu između mnogih, naizgled nepovezivih fenomena. Fizika podučava učenike razumjeti temeljne prirodne zakone i na koji način funkcionira znanost; podučava ga formalnom razmišljanju i načinu znanstvenog zaključivanja što je od velike odgojne važnosti jer formulira, nadograđuje i razvija psihičke, fizičke i moralne osobine pojedinca. Fizika kao predmet je izrazito usmjerena k razvijanju i izražavanju kreativnosti, kvantitativnih i analitičkih vještina nužnih za analiziranje podataka i rješavanje problema u znanosti, tehnici, medicini, ali i u ekonomiji, financijama i mnogim drugim društvenim područjima. Kao znanost, fizika je baza mnogobrojnih modernih postignuća, kako u svijetu tehnologije i znanosti, tako i u medicini.

U nastavi Fizike potrebno je, uz pomoć primjera iz svakodnevnog života pokazati razvoj ideja tijekom povijesti te naglasiti odnos teorijskih i eksperimentalnih podataka za razvoj fizičkih ideja kroz povijest. To je bitno zbog utjecaja znanosti na razvoj društva, povezanosti fizike s razvojem drugih znanosti i tehnike. U povijesti je veliki broj fizičara dao svoj doprinos razvoju ne samo fizike, nego i drugih grana znanosti i tehnologije.

Modeli učenja i podučavanja u nastavnom predmetu Fizika

U fizici kao i u drugim prirodnim znanostima zbog velike povezanosti svih sadržaja izrazito je bitno izgraditi pravilnu i jasnu strukturu znanja. Stoga se učenje i podučavanje najbolje opisuju konstruktivističkim modelom u kojemu učenik svoje znanje nadograđuje na postojeće znanje. Kako bi se nastavila kontinuirana izgradnja znanja potrebno je učenike potaknuti na visoku razinu zainteresiranosti, uključiti ih u nastavne aktivnosti s ciljem poboljšanja procesa učenja i izgradnje što kvalitetnijih mentalnih modela. Kombinacija eksperimenata s brojnim fizikalnim modelima izgrađuje snažnu strukturu znanja s dugotrajnim pamćenjem.

Od početka školovanja učenici se susreću s brojnim fizikalnim konceptima, a s učenjem Fizike kao predmeta počinju u osmom razredu osnovne škole. Svoje znanje će graditi postupno, uz pomoć ranije naučenog i stjecanjem novih informacija. Može postojati intuitivno znanje, suprotno od onoga što on treba usvojiti pa će zato podučavanje zahtijevati izmjenu postojećih ideja. Upravo su miskoncepcije često čvrsta uvjerenja kojima se nastavnik treba suprotstaviti znanstvenom istinom i izvođenjem pokusa. U nastavi Fizike izrazito su važne metode promatranja i eksperimentiranja koje se dopunjuju metodama matematičkog izražavanja.

Nastavne metode u učenju i podučavanju nastavnoga predmeta Fizika

Tijekom nastavnog procesa važno je koristiti nastavne metode i načine podučavanja koja su

usmjerena na učenika i koja omogućavaju aktivno učenje. Postignuća učenika iskazana kroz odgojno-obrazovne ishode bit će dobra ako učenici aktivno sudjeluju u nastavi i ako su motivirani, a to je potrební preduvjet za ispravan razvoj razumijevanja, zaključivanja i sposobnosti primjenjivanja znanja i vještina.

Za aktivno učenje koristiti metode koje potiču interakciju između učenika i učitelja te učenika međusobno. Međudjelovanje potiče razmišljanje, zaključivanje i predlaganje ideja, što dovodi do novih spoznaja i do razvoja učeničkih sposobnosti. Tražiti od učenika jasno i potpuno izražavanje koje je bitno za razvoj mišljenja. Postavljati pitanja koja učenika navode i potiču na razmišljanje i zaključivanje. Interaktivne nastavne metode su brojne, a uključuju usmjerenu raspravu, kooperativno rješavanje zadataka u malim skupinama, izvođenje eksperimenata, prikupljanje odgovora cijelog razreda na konceptualna pitanja pomoću elektroničkog sustava za odgovore ili kartica i sl. Interaktivne nastavne metode omogućuju učenicima da dobiju povratnu informaciju o svojem učenju tijekom nastave, a učitelju daju dobar uvid u postignuća učenika, kao i u poteškoće s kojima se tijekom učenja suočavaju te smanjuju potrebu za klasičnim usmenim ispitivanjem. Učenje će biti najučinkovitije ako se isti koncepti susreću u različitim kontekstima, ako se na njih vraća u više navrata na različitim razinama složenosti (tzv. spiralno učenje) te ako se iskazuju kroz više različitih reprezentacija (npr. grafički, jednadžbom, riječima). Izrazito je važno, gdje god je moguće, fizičke pojave povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

Uloga nastavnika je da učenika vodi i usmjerava, tako da učenik sam dođe do određenih zaključaka. Neke od metoda koje su pogodne za takav rad su usmena rasprava, rad u parovima, rad u manjim grupama, izvođenje eksperimenata, međusobno podučavanje učenika. U nastavi Fizike koristimo verbalne, vizualne i praktične metode.

Verbalne metode su:

- metoda usmenog izlaganja – kojom se nastavnik služi pri obradi novog gradiva, kada učenik nema dovoljno predodžbi ili predznanja za novi nastavni sadržaj
- metoda objašnjavanja - upoznavanje s pojmovima, isticanje konkretnih primjera iz života, raščlanjivanje pojmova i dr.
- metoda razgovora - potiče aktivnost učenika u stjecanju novog znanja ili primjeni stečenog.

Vizualne metode su:

- metoda crtanja - kojom se služimo za grafičko predočavanje, slikovni prikaz i sl.
- metoda prezentacijskog izlaganja – kojom se služe i nastavnici i učenici za izlaganje nastavnog gradiva, prikaze ilustracija kojima se olakšava razumijevanje sadržaja te povezivanje pojmova i pojava

Praktične metode – metoda koja bi trebala biti najzastupljenija u nastavi Fizike. Ovom metodom aktivnog učenja učenici aktiviraju sva svoja osjetila: vid, sluh, miris, okus i opip, time se stječu trajnije kognitivne spoznaje i znanja, te se razvijaju afektivna domena i posebice psihomotoričke vještine. Stoga, eksperiment podjednako razvija sve domene znanja.

Zainteresiranost učenika za fiziku (poticati i održavati interes za fiziku)

Učenicima je moguće povremeno dati otvorene projekte koje mogu samostalno realizirati izvan redovne nastave - kod kuće ili u sklopu dodatne nastave. Takvi samostalni radovi mogu biti izrazito poticajni za učenike te razviti njihove sposobnosti i znanja, njihovu znatiželju i sklonost fizici. Poticati izvrsnost kod učenika te rad s darovitim učenicima i njihovo uključivanje u razna natjecanja i projekte. U tom je smislu važna suradnja škola i istraživačkih ustanova (ako je moguće) kako bi se darovitim i zainteresiranim učenicima dala prilika za istraživački rad. Učenje i podučavanje nastavnoga predmeta Fizika, koje ima naglašen istraživački aspekt, može znatno potaknuti interes učenika za prirodne i tehničke znanosti, a posebno za fiziku.

Značaj eksperimenta u učenju i podučavanju nastavnoga predmeta Fizika

Eksperiment je ključan dio nastave Fizike iz više razloga: omogućuje učenicima stjecanje direktnog iskustva o fizikalnim pojavama; čini nastavu zanimljivom i zabavnom; olakšava razumijevanje i zaključivanje.

Pomoću eksperimenta učenici u nastavi dobivaju ili potvrdu ili negaciju svojih pretpostavki i sudova te im se pokazuje kako u prirodi vlada uzročno-posljedična povezanost i zakonitost. Ako pokus izvode samostalno, uz nadzor nastavnika, učenici razvijaju svoja osjetila, opreznost, smisao za rad, organizaciju, timski rad s kolegama, strpljivost i moć opažanja. Uspjeh eksperimenta je njihov osobni uspjeh što povećava motivaciju za učenjem i aktivnijim sudjelovanjem u nastavi.

Znanstvene metode u nastavi Fizike

Cilj nastave Fizike je razvoj sposobnosti znanstvenog razmišljanja i zaključivanja, te upoznavanje učenika s načinom stjecanja novih znanja u području prirodnih znanosti. Zato bi učenici trebali učiti o znanstvenim metodama, a ne samo o znanstvenim rezultatima. Važno je da nastava bude istraživački usmjerena.

Da bi ostvarili istraživačku usmjerenost nastava se treba provesti kroz niz strukturiranih, vođenih i usmjerenih učeničkih istraživanja. Istraživanje se najčešće izvodi pokusom.

Zadatci u nastavi Fizike

Rješavanje zadataka je kompleksna vještina koja od učenika zahtjeva razne sposobnosti. Radi što uspješnijeg rješavanja zadataka trebalo bi osposobiti učenike da prepoznaju problem, prepoznaju odgovarajući fizikalni model i daju matematički opis, provedu rješavanje, evaluiraju rezultat. Zadatci se trebaju razlikovati prema stupnju složenosti, od jednostavnijih ka složenijima. Povremeno koristiti zadatke u kojima nije izrazito navedeno koja se fizikalna veličina traži ili dati više podataka nego li je potrebno.

Prije numeričkih zadataka poželjno je imati i konceptualne zadatke, koji ne uključuju primjenu

matematičkih operacija već razumijevanje fizikalnih koncepata.

Učenici s posebnim odgojnim-obrazovnim potrebama (učenici s teškoćama i daroviti učenici)

Učenikom s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama u odgojno-obrazovnom sustavu smatra se svako dijete koje ima teškoće u učenju, znatno veće od svojih vršnjaka, zbog čega je tom djetetu i učeniku potrebna posebna odgojno-obrazovana podrška. Učenikom s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama smatra se i svako darovito dijete koje trajno postiže natprosječne rezultate uvjetovane visokim stupnjem razvijenosti pojedinih sposobnosti, osobnom motivacijom i izvanjskim poticanjem u jednome ili više područja te je takvom djetetu, zbog toga, potrebna posebna odgojno-obrazovna podrška. Za učenike s teškoćama potrebno je organizirati profesionalnu podršku, programsku podršku (individualni nastavni plan i program, dopunska nastava) i materijalnu podršku (prilagodba učionica, nastavnih materijala).

Za darovite učenike organizira se dodatni rad prema sklonostima, sposobnostima i interesima i treba se pratiti njihov napredak.

Obvezni materijalno-tehnički uvjeti za izvođenje nastave Fizike

Nastava fizike nije funkcionalna bez eksperimenata. Za njezino izvođenje nužni su kabineti za fiziku. Za njezino izvođenje nužni su kabineti za fiziku. Poželjno je pratiti suvremene trendove, uvođenjem novih tehnologija je poželjno nadopunjavati u skladu s materijalno-tehničkim mogućnostima.

F/VREDNOVANJE I OCJENJIVANJE

Procjena ostvarenja ciljeva učenja i podučavanja Fizike ostvaruje se vrednovanjem odgojno-obrazovnih ishoda pokazuje. Vrednovanje podrazumijeva sustavno prikupljanje podataka o napredovanju učenika tijekom učenja i podučavanja, a ostvaruje se praćenjem, provjeravanjem i ocjenjivanjem. Ono uključuje i samoprocjenu učenika o osobnom napretku tijekom procesa učenja i podučavanja. Cilj i svrha vrednovanja prije svega je unapređenje procesa učenja i napredovanja učenika te je važan dio planiranja učenja i podučavanja. Metode i tehnike kojima se učitelj može koristiti pri učenju i podučavanju Fizike za vrednovanje su:

- aktivnosti učenika u praćenju nastave, spremnost na sudjelovanju u raspravi, angažiranost tijekom rada u grupi i samostalno, izlaganje i prezentacija rada, izrada školskih i domaćih uradaka
- pisana provjera znanja
- usmena provjera znanja.

Elementi vrednovanja u nastavnom predmetu Fizika:

znanje i vještine – vrednovanje učenikovog poznavanja označavanja i definiranja pojmova, objašnjavanja i korištenja formula i simbola, prepoznavanja i objašnjavanja fizikalnih pojava, tumačenje dijagrama i grafičkih prikaza, te se ostvaruje usmeno

zadatci (primjena znanja i vještina) – vrednovanje sposobnosti uočavanja i prepoznavanja problema, rješavanje problema i znanje veze među fizikalnim veličinama, interpretiranje rješenja; uočiti primjenu u svakodnevnom životu; ostvaruje se pismeno ili usmeno

istraživanje fizikalnih pojava – vrednuje se sposobnost primjene znanja, korištenje pribora, samostalnost rada, samoinicijativno rješavanje dodatnih zadataka, provođenje pokusa, prezentiranje istraživačkog rada; ocjenjuje se nakon što učenik predstavi svoj rad u nastavi.

Zaključna ocjena je rezultat ukupnog vrednovanja tijekom nastavne godine. Zaključna ocjena izvodi se sukladno pravilniku o ocjenjivanju.

Za unapređenje učenja koristi se formativno i sumativno vrednovanje.

Formativno vrednovanje prepoznaje osnovne učenikove koncepte i njihovu izradu, potiče učenika na praćenje vlastitog i procjenu rada drugih učenika i usmjereno je na poticanje učeničkog napredovanja tijekom procesa učenja, te se ne ocjenjuje.

Sumativno vrednovanje ima svrhu uvida u ostvarenje razina ostvarenosti znanja, vještina i stavova nakon učenja nastavne cjeline, više cjelina ili pri završetku nastavne godine te se ocjenjuje. Planirano ga je provoditi, najčešće usmenim i pisanim provjerama i pisanim ispitima. Elementi su vrednovanja u nastavnom predmetu Fizika: znanje i vještine, konceptualni i numerički zadatci i istraživanje fizičkih pojava.

Znanje i vještine odnosi se na pamćenje svih informacija i postupka koji se obrađuju u

nastavnom procesu. Vrednuju učenikovo poznavanje, opisivanje i razumijevanje fizičkih koncepata, logičko povezivanje i zaključivanje pri objašnjenju jednadžbi, dijagrama, primjena fizičkih pojava, zakona i teorija. Ostvaruje se formativno ili sumativno, usmeno ili pisano.

Konceptualni i numerički zadatci odnose se na kognitivne procese koji nadilaze samo pamćenje podataka i postupaka, a u okviru metoda, prirode i jezika fizike. Zasnivaju se na vještini rješavanja zadataka iz fizike. Vrednuju učenikovu sposobnost primjene fizičkih koncepata u rješavanju svih tipova zadataka. Vrednuje se i kreativnost u rješavanju, sposobnost kritičkog osvrta na rješenja te korištenje određenih strategija i procedura u rješavanju zadataka. Ostvaruje se formativno ili sumativno, pisano ili usmeno. Pisani ispit treba sastavljati od ravnomjerno zastupljenih konceptualnih i numeričkih zadataka različite složenosti. Istraživanje fizičkih pojava odnosi se na osmišljavanje i realizaciju eksperimentalnog istraživanja i vrednovanja istog. Vrednuje se kontinuiranim praćenjem učenikove aktivnosti u istraživački usmjerenom učenju i podučavanju. Vrednovanje uključuje kontinuirano praćenje i pregledavanje učenikovih zapisa eksperimentalnog rada (npr. bilježnica, portfolio) te praćenje i bilježenje učenikovih postignuća. Nadalje, vrednuju se eksperimentalne vještine, obrada i prikaz podataka, donošenje zaključaka na temelju podataka, doprinos timskom radu pri izvođenju pokusa u skupinama, doprinos istraživanju i raspravi koji se provode frontalno, sustavnost i potpunost u opisu pokusa i zapisu vlastitih pretpostavki, opažanja i zaključaka, kreativnost u osmišljavanju novih pokusa te generiranju i testiranju hipoteza. Svi elementi vrednuju se ocjenama od 1 do 5.

Nastavnik opisno procjenjuje odgovornost, samostalnost u radu, komunikaciju i suradnju s drugim učenicima. Važno je da nastavnik vrednuje postignuća učenika po svim elementima vrednovanja, različitim metodama kontinuirano tijekom nastavne godine kako bi njegova procjena bila što pouzdanija i realnija. Vrednovanje periodično završava ocjenom (ovisno o pristupu vrednovanju). Na temelju prikupljenih i dokumentiranih informacija nastavnik zaključuje ocjenu na kraju nastavne godine.

