

Fizika

STANDARDI UČENIČKIH POSTIGNUĆA ZA FIZIKU



Dokument je usvojen na 12. sjednici Odbora Agencije za predškolsko, osnovno i srednje obrazovanje održanoj 25. siječnja 2021. godine.

STANDARDI UČENIČKIH POSTIGNUĆA ZA FIZIKU
KRAJ DEVETOGODIŠNJEGA ODGOJA I OBRAZOVANJA

OBLAST 1: MEHANIKA

1. komponenta: Osnovna mjerenja u mehanici

Ishodi učenja:

1. Mjeri i određuje dimenzije tijela, površine ploha i obujam tijela.
2. Mjeri i određuje masu i gustoću tijela i tvari te vrijeme trajanja različitih procesa.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Prepoznaje osnovne i izvedene jedinice SI sustava. 1.b Razlikuje mjerila/mjerne instrumente i uporabu istih. 1.c Razlikuje načine mjerenja obujma tijela pravilnih i nepravilnih oblika. 1.d Predstavlja tablično rezultate mjerenja (dimenzije, površine, obujme) koristeći osnovne jedinice mjere.	1.a Koristi odgovarajuće formule za površinu i obujam. 1.b Mjeri dimenzije tijela i određuje obujam tijela. 1.c Izražava rezultate mjerenja u SI jedinicama. 1.d Koristi prefikse, pretvarajući brojne vrijednosti fizičkih veličina iz manje u veću i obrnuto. 1.e Izračunava pogreške nastale tijekom mjerenja.	1.a Diskutira o pogreškama tijekom mjerenja.
	2.a Mjeri vremenski interval kronometrom upotrebljavajući odgovarajuće mjerne jedinice. 2.b Mjeri masu tijela koristeći se različitim vagama.	2.a Određuje eksperimentalnom metodom gustoću pravilnih i nepravilnih čvrstih tijela i tekućina.

2. komponenta: Kinematika

Ishodi učenja:

1. Interpretira značenje temeljnih kinematičkih veličina.
2. Analizira odabrana mehanička gibanja služeći se kinematičkim veličinama.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Navodi kinematičke veličine za opis gibanja. 2.a Prepoznaje mehanička gibanja na osnovi putanje i brzine.	1.a Razlikuje položaj, prijeđeni put i pomak u konkretnim primjerima. 1.b Interpretira brzinu, srednju putnu brzinu i ubrzanje tijela na primjerima iz svakodnevnog života.	1.a Određuje eksperimentalnom metodom srednju putnu brzinu tijela koristeći kosinu.

	<p>2.a Objašnjava značaj uvođenja referentnog sustava za opisivanje mehaničkih gibanja.</p> <p>2.b Predstavlja mehanička gibanja tijela služeći se tablicama i grafikonima.</p>	<p>2.a Analizira primjere mehaničkih gibanja kvalitativnom i kvantitativnom metodom.</p>
<p>3. komponenta: Dinamika i statika</p> <p>Ishodi učenja:</p> <p>1. Analizira pojam sile i učinke djelovanja sile te vrši slaganje i razlaganje sila.</p> <p>2. Koristi Newtonove zakone mehanike radi objašnjavanja gibanja tijela.</p> <p>3. Tumači pojam gravitacijskog polja i primjenjuje Newtonov zakon gravitacije.</p> <p>4. Analizira pojmove energije, rada i snage te tumači konkretne primjere pretvaranja energije.</p> <p>5. Koristi zakone očuvanja energije, impulsa i momenta impulsa radi rješavanja fizičkih problema.</p> <p>6. Istražuje uvjete ravnoteže tijela i analizira jednostavne mehanizme.</p>		
OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
<p>1.a Imenuje osnovne sile u prirodi.</p> <p>1.b Objašnjava da je sila potpuno određena brojnomo vrijednošću, pravcem i smjerom.</p> <p>1.c Prepoznaje veće istezanje opruge dinamometra s porastom intenziteta sile.</p>	<p>1.a Interpretira da je istezanje opruge dinamometra izravno proporcionalno intenzitetu sile.</p> <p>1.b Prikazuje slaganje kolinearnih sila grafičkom i računskom metodom.</p> <p>1.c Objašnjava korisne i neželjene učinke sile trenja na primjerima iz svakodnevnog života.</p>	<p>1.a Diskutira o različitim učincima djelovanja sile.</p> <p>1.b Prikazuje grafičkom i računskom metodom slaganje i razlaganje nekolinearnih sila koje djeluju na tijelo.</p>
<p>2.a Definira Newtonove zakone u mehanici.</p>	<p>2.a Interpretira Newtonove zakone u mehanici.</p> <p>2.b Objašnjava masu tijela kao mjeru njegove inertnosti.</p>	<p>2.a Predviđa vrstu gibanja tijela polazeći od informacije o silama koje djeluju na tijelo.</p>
<p>3.a Razlikuje mjerne veličine, masu i težinu tijela.</p>	<p>3.a Objašnjava značaj položaja težišta za ravnotežu tijela.</p>	
<p>4.a Prepoznaje odgovarajuće formule za energiju, mehanički rad i snagu.</p>	<p>4.a Opisuje veze između energije, mehaničkog rada i snage u fizici i svakodnevnom životu.</p>	
	<p>5.a Primjenjuje zakon očuvanja energije u različitim kontekstima.</p>	

6.a Prepoznaje jednostavne mehanizme i njihov značaj u svakodnevnom životu.	6.a Primjenjuje uvjete ravnoteže na jednostavnim mehanizmima u različitim situacijama.	6.a Diskutira o različitim primjenama poluge (npr. u tehnici, sportu i sl.)
---	--	---

4. komponenta: Tlak i mehanika fluida

Ishodi učenja:

1. Analizira pojam tlaka i primjenjuje ga radi objašnjavanja pojava u prirodi i tehnici.
2. Istražuje osnovne zakonitosti statike fluida.
3. Istražuje osnovne zakonitosti dinamike fluida i analizira gibanje tijela kroz fluid.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Prepoznaje izraze za tlak i mjerne jedinice.	1.a Primjenjuje odgovarajuće izraze za tlak u različitim primjerima. 1.b Mjeri tlak pomoću barometra sa živom.	1.a Primjenjuje Pascalov zakon u rješavanju problema iz svakodnevnog života.
2.a Razlikuje mjerne instrumente za tlak (barometre, manometre). 2.b Definira Arhimedov zakon za tijela u fluidima. 2.c Navodi uvjete za plivanje, lebdjenje i tonjenje tijela u fluidu.	2.a Objašnjava odgovarajuće promjene tlaka u različitim primjerima.	2.a Analizira kvantitativnom metodom silu uzgona na tijela različite gustoće u fluidu.

OBLAST 2: MOLEKULARNA FIZIKA I TERMODINAMIKA

1. komponenta: Model čestične građe tvari

Ishodi učenja:

1. Analizira osnovne postavke modela čestične građe tvari.
2. Koristi znanje o molekularnim silama i čestičnoj građi tvari radi analiziranja fizičkih svojstava, stanja i pojava.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Navodi da je atom najmanja jedinica tvari. 1.b Razlikuje agregatna stanja tvari u prirodi.	1.a Objašnjava da je svaka tvar u prirodi izgrađena od atoma, pri čemu tumači čestičnu strukturu tvari. 1.b Uspoređuje međumolekularne udaljenosti za različita agregatna stanja.	1.a Dokazuje eksperimentalnim putem Brownovo gibanje i difuziju za različita agregatna stanja tvari.

2.a Prepoznaje pojavu difuzije za različita agregatna stanja koristeći iskustva iz svakodnevnog života.	2.a Koristi model čestične građe tvari i objašnjava pojave difuzije i Brownovo gibanje. 2.b Opisuje ovisnost srednje kinetičke energije čestica o temperaturi.	2.a Analizira značaj anomalije vode za floru i faunu. 2.b Analizira toplinsko širenje čvrstih tijela i fluida s promjenom srednje međumolekularne udaljenosti.
---	---	---

2. komponenta: Toplina i termodinamički sustavi

Ishodi učenja:

1. Kombinira znanje o temperaturi, toplini i mehanizmima prijenosa topline radi analiziranja toplinskih pojava.
2. Koristi temeljne zakone termodinamike radi objašnjavanja procesa u prirodi i tehnici.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Razlikuje termometre s alkoholom i živom kao radnim tijelom koje se širi pri povećanju temperature. 1.b Koristi mjerne jedinice za temperaturu (Kelvin i Celzijus). 1.c Definira apsolutnu nulu (donju granicu termodinamičke temperature).	1.a Razlikuje unutrašnju energiju, toplinu i temperaturu tvari. 1.b Mjeri temperaturu tijela i izražava je u SI jedinici. 1.c Objašnjava princip rada različitih termometara. 1.d Razlikuje prenošenje topline, i to provođenjem, strujanjem i zračenjem. 1.e Izračunava promjenu temperature tijela povezanu s dovođenjem/ odvođenjem određene količine topline.	1.a Analizira uvjete pod kojima dolazi do promjene agregatnog stanja tijela (npr. ovisnost o temperaturi i tlaku). 1.b Kritički procjenjuje ulogu i utjecaj izvora obnovljive toplinske energije na okolinu. 1.c Razmatra informacije o agregatnim prijelazima u svakodnevnom životu i tehnici (npr. proces znojenja, mraz, smog, kruženje vode).
2.a Prepoznaje topljenje, očvršćavanje, isparavanje i kondenziranje na primjerima iz svakodnevnog života. 2.b Navodi primjere termičkoga širenja tijela u svakodnevnom životu. 2.c Prepoznaje da se toplina spontano uvijek prenosi s tijela više temperature na tijela niže temperature.	2.a Tumači termodinamičku ravnotežu i značaj uspostavljanja ravnotežnog stanja za mjerenje temperature. 2.b Objašnjava razliku između ključanja tvari i isparavanja.	2.a Stvara modele pomoću kojih objašnjava toplinske procese, koristeći se različitim izvorima informacija. 2.b Analizira grafikon ovisnosti temperature i količine topline (koja se dovodi/odvodi) pri zagrijavanju i hlađenju.

OBLAST 3: ELEKTROMAGNETIZAM

1. Komponenta: Elektrostatika

Ishodi učenja:

1. Tumači pojave električnoga nabijanja i izbijanja tijela te primjenjuje znanje o međudjelovanju električnih naboja.
2. Interpretira pojam elektrostatičkoga polja i analizira istaknute pojave u elektrostatičkom polju.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Navodi da su elektroni i protoni nosioci elementarnog naboja. 1.b Definira zakon očuvanja ukupnog naboja.	1.a Interpretira električni naboj kao svojstvo tvari. 1.b Primjenjuje zakon održanja ukupnog naboja za električno nabijanje tijela. 1.c Objašnjava razlike u osobinama provodnika, poluprovodnika i izolatora. 1.d Koristi prefikse odgovarajućih mjernih jedinica. 1.e Objašnjava rad i primjenu elektroskopa.	1.a Primjenjuje Coulombov zakon, rješavajući različite problemske zadatke.
2.a Navodi da se oko svakog električnog naboja stvara elektrostatičko polje. 2.b Navodi odgovarajuće izraze i mjerne jedinice električnog potencijala, napona i kapaciteta.	2.a Određuje ekvivalentan kapacitet baterije koristeći shematski prikaz vezanih kondenzatora (redna i paralelna). 2.b Objašnjava nastanak munje i groma i princip rada gromobrana.	

2. komponenta: Električna struja

Ishodi učenja:

1. Analizira pojavu protjecanja električne struje u čvrstim tijelima, tekućinama i plinovima.
2. Sastavlja i evaluira strujni krug.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
<p>1.a Navodi izvore istosmjerne struje.</p> <p>1.b Prepoznaje nosioce električne struje u čvrstim, tekućim i plinovitim tvarima.</p>	<p>1.a Opisuje električnu struju kao usmjereno gibanje nosioca električnog naboja.</p> <p>1.b Povezuje pojavu električne struje s uspostavljanjem razlike potencijala na krajevima provodnika.</p> <p>1.c Opisuje osobine električne struje pomoću jačine električne struje, električnog napona, električnog otpora i snage.</p> <p>1.d Objašnjava različita djelovanja električne struje (toplinsko, kemijsko, magnetsko).</p>	<p>1.a Razmatra sastav i princip rada različitih električnih izvora za dobivanje istosmjerne struje.</p> <p>1.b Analizira učinke protjecanja električne struje kroz tvari.</p> <p>1.c Predlaže načine zaštite od električnog udara i načine pomoći unesrećenom.</p>
<p>2.a Prepoznaje jednostavan električni krug i njegove elemente.</p> <p>2.b Razlikuje serijsku i paralelnu vezu elemenata strujnoga kruga.</p> <p>2.c Navodi nužnost zatvaranja strujnog kruga za protjecanje električne struje kroz krug.</p> <p>2.d Definira Ohmov zakon za dio kruga/cijeli krug.</p> <p>2.e Definira I. Kirchoffovo pravilo.</p>	<p>2.a Sastavlja jednostavan strujni krug koristeći različite elemente.</p> <p>2.b Objašnjava zašto se ampermetar u strujni krug spaja serijski, a voltmetar paralelno.</p> <p>2.c Određuje električni otpor različitih vodiča.</p> <p>2.d Interpretira Ohmov zakon za dio strujnog kruga/cijeli krug.</p> <p>2.e Primjenjuje I. Kirchoffovo pravilo za struju u paralelnome spoju potrošača.</p> <p>2.e Izračunava količinu topline koja se oslobodi u strujnom provodniku primjenjujući Jouleov-Lenzov zakon.</p>	<p>2.b Određuje ukupan otpor serijski i paralelno spojenih potrošača koristeći danu shemu strujnog kruga.</p> <p>2.c Analizira veze i odnose između napona, jačine struje i električnog otpora, polazeći od Ohmovog zakona (dio kruga/cijeli krug).</p> <p>2.d Diskutira o načinima uštede električne energije.</p>

3. komponenta: Elektricitet i magnetizam

Ishodi učenja:

1. Razmatra svojstva stalnih magneta i interpretira pojam magnetskog polja.
2. Primjenjuje znanja o magnetskim učincima električne struje i djelovanju magnetskog polja na naboj u gibanju.
3. Razmatra pojavu elektromagnetske indukcije i njezine primjene u praksi.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Prepoznaje magnet kao dipol, sa sjevernim i južnim magnetskim polom.	1.a Razlikuje stalne i privremene magnete. 1.b Objašnjava djelovanje magnetskog polja Zemlje na iglu kompasa. 2.a Povezuje nastanak magnetskog polja s električnim nabojima u gibanju (Oerstedov ogled). 2.b Skicira magnetsko polje pravocrtnog i kružnog provodnika te magnetsko polje zavojnice. 2.c Objašnjava primjenu elektromagneta na primjerima iz svakodnevnog života.	1.a Analizira prednosti i nedostatke istosmjerne i izmjenične struje. 2.a Primjenjuje izraz za Amperovu silu, rješavajući problemske zadatke.
3.a Imenuje glavne dijelove transformatora.	3.a Povezuje nastanak izmjenične struje s pojavom elektromagnetske indukcije. 3.b Objašnjava sustav prijenosa električne energije od izvora do potrošača.	3.a Analizira princip rada električnog generatora, transformatora i elektromotora. 3.b Diskutira o društveno-ekonomskim prednostima i nedostacima različitih vrsta elektrana.

OBLAST 4: OSCILACIJE, VALOVI I MODERNA FIZIKA

1. komponenta: Mehaničke oscilacije i valovi

Ishodi učenja:

1. Analizira pojam oscilacije i valova.
2. Primjenjuje znanje o mehaničkim valovima u konkretnim kontekstima.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Opisuje oscilacije kao periodične procese.	1.a Povezuje valove s oscilacijskim gibanjem. 1.b Određuje period, frekvenciju, elongaciju i amplitudu na primjerima oscilacijskog gibanja. 1.c Primjenjuje zakon održanja energije pri harmonijskom osciliranju. 1.d Razlikuje osobine longitudinalnih i transverzalnih valova. 1.e Opisuje primjere rezonancije i njezine primjene u svakodnevnom životu.	1.a Istražuje faktore o kojima ovisi period osciliranja matematičkoga klatna. 1.b Uspostavlja vezu između brzine, frekvencije, valne dužine i amplitude valova u kontekstu simulacija valnoga gibanja.
2.a Navodi primjere periodičnog/oscilacijskog gibanja iz svakodnevnog života. 2.b Navodi opseg frekvencije koju čovjek može čuti.	2.a Opisuje na primjerima nastanka, prostiranja i apsorpcije zvučnih valova nužnost postojanja elastične sredine. 2.b Objašnjava značaj uporabe ultrazvuka u medicini.	2.a Ispituje ovisnost brzine mehaničkih valova sa svojstvima elastične sredine na različitim primjerima. 2.b Uspostavlja vezu između glasnoće i visine zvuka s amplitudom i frekvencijom zvuka. 2.c Uspoređuje brzinu zvuka u plinovima, tekućinama i čvrstim tijelima.

2. komponenta: Optika i relativistička mehanika

Ishodi učenja:

1. Analizira elektromagnetske oscilacije i valove.
2. Istražuje temeljne zakonitosti i pojave iz područja optike.
3. Diskutira o istaknutim pojavama iz područja relativističke mehanike.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Navodi spektar boja bijele svjetlosti.	1.a Navodi dijelove spektra elektromagnetskih valova koristeći valne dužine.	
2.b Prepoznaje primjere pojave refleksije i refrakcije svjetlosti u svakodnevnom životu. 2.c Prepoznaje različite vrste optičkih leća (konveksne i divergentne). 2.d Navodi elemente i karakteristične zrake sfernog zrcala i optičke leće. 2.e Imenuje optičke instrumente.	2.a Interpretira dualnu prirodu svjetlosti. 2.b Razlikuje neposredne i posredne izvore svjetlosti. 2.c Interpretira različite pojave pravocrnog prostiranja svjetlosti (sjena/polusjena te pomrčinu Sunca/ Mjeseca). 2.d Opisuje sliku predmeta u ravnom i sfernom zrcalu. 2.e Povezuje odbijanje i prelamanje svjetlosti s pojavama prividne dubine, duge, fatamorgane. 2.f Objašnjava dioptriju i od čega ovisi optička moć leća. 2.g Opisuje kako vidimo predmete oko sebe, mane oka i načine korigiranja istih.	2.a Konstruira jednostavan model periskopa (primjena ravnog zrcala). 2.b Diskutira o značaju primjene optičkih elemenata u svakodnevnom životu i tehnici (npr. promet). 2.c Konstruira sliku predmeta ravnog, sfernog zrcala i optičke leće. 2.e Razmatra izravnu ovisnost frekvencije svjetlosti o bojama koje naše oko registrira.
3.a Navodi da je brzina svjetlosti u vakuumu najveća brzina u prirodi.	3.a Povezuje promjenu brzine svjetlosti s promjenom optičke sredine svjetlosti.	

3. komponenta: Osnove kvantne, atomske i nuklearne fizike

Ishodi učenja:

1. Analizira kvantnu prirodu elektromagnetskog zračenja te koristi temeljne pojmove i relacije kvantne mehanike.
2. Evaluira različite modele atoma i analizira linijske spektre.
3. Primjenjuje znanje o građi atomske jezgre i klasificira elementarne čestice.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Imenuje čestice u sastavu atoma. 1.b Prepoznaje vrste međudjelovanja u atomu.	1.a Objašnjava vezu strukture atoma i međudjelovanja u atomu.	
	2.a Povezuje strukturu atoma s položajem elemenata u periodnom sustavu elemenata.	
3.a Definiira nuklearnu fisiju i fuziju.	3.a Interpretira građu jezgre atoma, razlikujući stabilne i nestabilne jezgre. 3.b Razlikuje osobine alfa-, beta-, gama-zračenja. 3.c Opisuje nuklearnu fisiju i nastanak lančane reakcije. 3.d Opisuje nuklearnu fuziju i mogućnosti dobivanja energije kontroliranom fuzijom. 3.e Navodi mjere zaštite od radioaktivnosti.	3.a Predlaže načine sigurnog zbrinjavanja radioaktivnog otpada.

4. komponenta: Astronomija i astrofizika

Ishodi učenja:

1. Opisuje sastav i strukturu svemira.
2. Opisuje model nastanka i evolucije svemira te tumači procese formiranja i razvoja zvijezda.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Navodi da svemir ima konačnu starost. 1.b Imenuje temeljne sile u svemiru. 1.c Opisuje ulogu teleskopa u promatranju nebeskih tijela.	1.a Objašnjava položaj nebeskih tijela u svemiru na temelju promatranja ili simulacija. 1.c Tumači pojave uzrokovane kretanjem Zemlje i Mjeseca (smjene dana/noći, godišnjih doba te pojavu plime i oseke).	1.a Uspoređuje prikupljene podatke o povijesnome razvoju ideja o svemiru koristeći informacijske tehnologije.

	2.a Uspoređuje različite načine orijentacije (pomoću sazviježđa i kretanja planeta po nebeskome svodu).	
--	---	--

OBLAST 5: FIZIKA, DRUŠTVO I TEHNOLOGIJA

1. komponenta: Povijest i filozofija fizike

Ishodi učenja:

1. Kritički razmatra povijest razvoja fizičkih ideja.
2. Interpretira prirodu fizike.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Crta vremensku crtu i na nju smješta istaknute fizičare i odgovarajući razvoj fizičkih ideja.	1.a Interpretira važne događaje iz povijesti znanosti i tehnike, s naglaskom na rezultate iz područja fizike i njihovoj primjeni. 1.b Navodi odabrane primjere povijesnoga razvoja fizičkih ideja i procesa.	1.a Uspoređuje povijesni razvoj fizike s razvojem njezine metode. 1.b Proučava ideje u povijesti znanosti koje su dovele do današnjeg znanstvenog tumačenja pojava.
2.a Navodi iskaze temeljnih zakona u fizici.	2.a Opisuje probleme s kojima se susreće u proučavanju fizičkih ideja.	2.a Diskutira o znanstvenoj otvorenosti i skepticizmu za razvoj fizike.

2. komponenta: Metoda i jezik fizike

Ishodi učenja:

1. Planira i provodi fizičke eksperimente te predstavlja dobivene rezultate.
2. Primjenjuje raznovrsne matematičke metode u opisu i rješavanju fizičkih problema.
3. Diskutira o fizičkim sadržajima i istraživanjima koristeći se raznovrsnim prikazima i izvorima znanja.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Navodi osnovna pravila sigurnosti u laboratoriju. 1.b Navodi mjerni pribor, mjerne uređaje i postupke mjerenja. 1.c Prepoznaje pogreške u tijeku mjerenja.	1.a Opisuje odgovarajuće mjere predostrožnosti i zaštite u izvođenju eksperimenta. 1.b Navodi korake eksperimentalne procedure, potreban pribor i mjerne instrumente te pravilno rukovanje istim. 1.c Objašnjava svrhu izvođenja eksperimenta i promatranja u istraživanju fizičkih pojava.	1.a Diskutira o potencijalnim sigurnosnim rizicima koji se vežu uz provođenje eksperimenta. 1.b Dizajnira eksperiment za provjeru postavljenih hipoteza. 1.c Diskutira o pogreškama koje nastaju u tijeku eksperimenta. 1.d Predlaže načine otklona pogrešaka mjerenja.

	<p>1.d Postavlja hipotezu na osnovi odgovarajućih varijabli.</p> <p>1.e Izvodi eksperiment po zadanoj uputi.</p> <p>1.f Prikazuje rezultate mjerenja pomoću tablica i grafikona.</p> <p>1.g Izračunava pogreške u tijeku mjerenja.</p> <p>1.h Donosi zaključke na osnovi dobivenih rezultata mjerenja.</p>	
<p>2.a Prepoznaje zadane i tražene fizičke veličine te koristi pripadajuće im simbole i mjerne jedinice.</p> <p>2.b Očitava vrijednosti fizičkih veličina promatrajući prikaz grafikona i tablice.</p> <p>2.c Očitava vrijednost mjerene veličine s mjernog uređaja.</p> <p>2.d Zapisuje rezultate mjerenja tablično.</p>	<p>2.a Interpretira međuovisnost fizičkih veličina.</p> <p>2.b Interpretira izravnu i obrnutu proporcionalnost u kontekstu fizičkih veličina.</p> <p>2.c Izražava rezultate mjerenja s odgovarajućim brojem značajnih iznosa.</p>	<p>2.a Vrijednuje rezultat mjerenja procjenjujući smislenost u kontekstu stvarnoga svijeta.</p>
<p>3.a Prepoznaje pojave u prirodi prikazane eksperimentom ili simulacijom.</p> <p>3.b Razlikuje značenje određenih pojmova u jeziku fizike i svakodnevnog života.</p>	<p>3.a Koristi se različitim predstavljanjima u proučavanju fizičkih pojava.</p>	

3. komponenta: Primjene fizike u svakodnevici i tehnologiji

Ishodi učenja:

1. Evaluira veze i odnose između fizike, društva i tehnologije.
2. Koristi znanje fizike u kontekstima relevantnim za modernu svakodnevicu.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Navodi primjere konkretnog utjecaja fizike na razvoj tehnologije.	1.a Opisuje konkretne primjere utjecaja fizike na razvoj široko rasprostranjenih tehnologija i na svakodnevni život.	
		2.a Istražuje fizička otkrića u medicini (npr. dijagnostička oprema, uporaba lasera, skenera, radijacije). 2.b Diskutira o utjecaju fizike na razvoj tehnologije (mobilna telefonija, kompjuterska tehnologija, daljinsko upravljanje, izrada optičkih kablova, uporaba nanomaterijala). 2.c Kritički prosuđuje o načinima dobivanja energije i njezinoj uporabi.

STANDARDI UČENIČKIH POSTIGNUĆA ZA FIZIKU
KRAJ SREDNJOŠKOLSKOGA ODGOJA I OBRAZOVANJA

OBLAST 1: MEHANIKA

1. komponenta: Osnovna mjerenja u mehanici

Ishodi učenja:

1. Mjeri i određuje dimenzije tijela, površine ploha i obujma tijela.
2. Mjeri i određuje masu i gustoću tijela i tvari te vrijeme trajanja različitih procesa.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Izračunava srednju vrijednost mjerenja, apsolutnu i relativnu pogrešku mjerenja u kontekstu mjerenja dimenzija tijela.	1.a Dokazuje homogenost jednadžbi primjenom odgovarajućih SI jedinica. 1.b Predstavlja rezultate i pogreške mjerenja tablično i grafički. 1.c Analizira rezultate mjerenja uz prijedloge načina smanjenja pogrešaka mjerenja. 1.d Objašnjava preciznost i točnost mjerenja.	1.a Evaluira metodu mjerenja, obradu podataka i predlaže poboljšanje istih.
2.a Opisuje primjene mjerenja gustoće tijela u praksi.	2.a Dizajnira eksperimente za određivanje mase i gustoće tijela.	2.a Evaluira eksperimente za određivanje mase i gustoće tijela.

2. komponenta: Kinematika

Ishodi učenja:

1. Interpretira značenje osnovnih kinematičkih veličina.
2. Analizira odabrana mehanička gibanja služeći se kinematičkim veličinama.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Uspoređuje osnovne kinematičke veličine za translacijsko i rotacijsko gibanje. 1.b Predstavlja grafičkom metodom vektor položaja i vektor pomaka. 1.c Povezuje centripetalno ubrzanje s promjenom pravca brzine.	1.a Uspoređuje trenutne i srednje vrijednosti kinematičkih veličina. 1.b Predstavlja kinematičke veličine grafičkom metodom (za translacijsko i rotacijsko gibanje).	1.a Rješava različite kinematičke probleme u nepoznatome kontekstu.

<p>2.a Primjenjuje grafičku metodu pri predavljanju jednostavnih gibanja u gravitacijskom polju.</p> <p>2.b Opisuje pojam relativnosti gibanja kroz primjere.</p>	<p>2.a Primjenjuje grafičku metodu pri predavljanju složenih gibanja u gravitacijskom polju.</p> <p>2.b Rješava jednostavnije probleme u kontekstu složenih gibanja u gravitacijskom polju.</p> <p>2.c Predstavlja nerelativistički zakon slaganja brzina analitičkom i grafičkom metodom.</p>	<p>2.a Analizira kvalitativnom i kvantitativnom metodom složena gibanja u gravitacijskom polju.</p>
---	--	---

3. komponenta: Dinamika i statika

Ishodi učenja:

1. Analizira pojam sile i učinke djelovanja sile te vrši slaganje i razlaganje sila.
2. Koristi Newtonove zakone mehanike radi objašnjavanja gibanja tijela.
3. Tumači pojam gravitacijskog polja i primjenjuje Newtonov zakon gravitacije.
4. Analizira pojmove energije, rada i snage te tumači konkretne primjere pretvaranja energije.
5. Koristi zakone očuvanja energije, impulsa i momenta impulsa radi rješavanja fizičkih problema.
6. Istražuje uvjete ravnoteže tijela i analizira jednostavne mehanizme.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
<p>1.a Opisuje učinke djelovanja sila na primjerima.</p> <p>1.b Navodi različite vrste deformacija.</p> <p>1.c Opisuje primjenu učinaka djelovanja sila za rješavanje specifičnih problema iz svakodnevnog života.</p>	<p>1.a Primjenjuje grafičku metodu slaganja i razlaganja većeg broja kolinearnih i nekolinearnih sila.</p> <p>1.b Objašnjava vezu između djelovanja sile i gibanja tijela na konkretnim primjerima.</p> <p>1.c Rješava problemske situacije iz svakodnevnog života u kontekstu sila i učinaka djelovanja sila.</p>	<p>1.a Istražuje eksperimentalnim putem vezu između resultantne sile koja djeluje na tijelo i promjene impulsa tijela.</p> <p>1.b Rješava probleme u poznatom i nepoznatom kontekstu primjenom znanja o silama i njihovim učincima.</p> <p>1.c Kritički prosuđuje načine po kojima sile i njihovi učinci mogu doprinijeti rješavanju specifičnih problema u svakodnevnom životu.</p>
<p>2.a Definira osnovne veličine dinamike rotacijskoga gibanja.</p> <p>2.b Razlikuje osnovne dinamičke veličine u kontekstu primjera iz svakodnevnog života.</p>	<p>2.a Interpretira moment inercije kao mjeru inertnosti prilikom rotacijskoga gibanja.</p> <p>2.b Predstavlja grafičkom metodom dinamičke veličine pri translacijskome i rotacijskome gibanju.</p>	<p>2.a Primjenjuje zakone dinamike translacijskog i rotacijskog gibanja za rješavanje problema i konceptualnih zadataka u poznatom i nepoznatom kontekstu.</p>

<p>2.c Uspoređuje dinamičke veličine pri translacijskome i rotacijskome gibanju.</p> <p>2.d Opisuje primjenu Newtonovih zakona na primjerima iz svakodnevnog života.</p> <p>2.e Razlikuje statičko od dinamičkog trenja.</p>	<p>2.c Primjenjuje II. Newtonov zakon na translacijsko i rotacijsko gibanje tijela u raznovrsnim kontekstima.</p>	<p>2.b Analizira mehaničke pojave koristeći se neinercijalnim sustavom referencije.</p> <p>2.c Istražuje eksperimentalnom metodom Newtonove zakone mehanike.</p> <p>2.d Kritički prosuđuje načine po kojima Newtonovi zakoni mogu doprinijeti rješavanju specifičnih problema u svakodnevnom životu.</p>
<p>3.a Definira Keplerove zakone.</p> <p>3.b Opisuje gravitacijsko polje Zemlje.</p> <p>3.c Predstavlja gravitacijsko polje crtama polja.</p>	<p>3.a Rješava probleme u poznatome kontekstu primjenom Newtonovog zakona gravitacije.</p> <p>3.b Interpretira razliku između težine tijela, Zemljine teže i gravitacijske sile.</p> <p>3.c Interpretira povezanost Keplerovih zakona s Newtonovim zakonom gravitacije.</p>	<p>3.a Rješava konceptualne probleme u nepoznatom kontekstu primjenom Newtonovog zakona gravitacije.</p> <p>3.b Analizira gibanja u gravitacijskom polju.</p> <p>3.c Kritički razmatra primjenu umjetnih satelita i pitanje problema kozmičkog otpada.</p>
<p>4.a Navodi zakon očuvanja mehaničke energije za različite sustave promatranja.</p> <p>4.b Razlikuje ukupnu energiju sustava od ukupne energije tijela.</p> <p>4.c Opisuje kvalitativno i kvantitativno vezu između rada, energije i snage.</p>	<p>4.a Opisuje kinetičku (kod translacijskog i rotacijskog gibanja) i potencijalnu energiju.</p> <p>4.b Određuje rad, energiju i snagu primjenom različitih metoda.</p> <p>4.c Analizira jednostavne uređaje u kojima se vrši pretvorba energije ističući stupanj korisnog djelovanja kao bitno svojstvo tih uređaja.</p> <p>4.d Primjenjuje zakon očuvanja energije u različitim sustavima promatranja.</p>	<p>4.a Rješava različite probleme primjenom koncepta rada, snage i energije.</p> <p>4.b Dizajnira jednostavnije uređaje/sustave u kojima se vrši transformacija energije.</p> <p>4.c Kritički prosuđuje prednosti i nedostatke uporabe obnovljivih i neobnovljivih izvora energije te njihov utjecaj na klimu, okolinu, društvo, itd.</p>
<p>5.a Primjenjuje zakone očuvanja na poznatim primjerima iz svakodnevnog života.</p> <p>5.b Navodi primjere elastičnih i neelastičnih sudara.</p> <p>5.c Razlikuje pojmove sustava i okoline.</p>	<p>5.a Primjenjuje zakon očuvanja energije na primjeru jednostavnih gibanja u gravitacijskom polju.</p> <p>5.b Opisuje kvalitativno i kvantitativno zakone očuvanja impulsa i trenutka impulsa (skalarni i vektorski oblik).</p>	<p>5.a Primjenjuje zakon održanja energije na primjeru složenih gibanja u gravitacijskom polju.</p> <p>5.b Rješava različite probleme iz svakodnevnog života primjenom zakona očuvanja.</p>

5.d Definira impuls tijela i impuls sile. 5.e Prepoznaje unutrašnje i vanjske te konzervativne i nekonzervativne sile.	5.c Diskutira uvjete promjene energije, impulsa i/ili trenutka impulsa sustava.	5.c Analizira zakone očuvanja uz različite odabire izoliranoga sustava.
6.a Navodi razlike između statičke i dinamičke ravnoteže. 6.b Razlikuje uvjete ravnoteže za materijalnu točku i čvrsto tijelo. 6.c Izvodi uvjete ravnoteže za različite jednostavne mehanizme.	6.a Primjenjuje uvjete za statičku/dinamičku ravnotežu tijela u konkretnim primjerima. 6.b Izlaže informacije o primjeni zakona statike u raznovrsnim kontekstima (npr. sigurnosni propisi pri konstrukciji i gradnji, biomehanika, sport).	6.a Primjenjuje uvjete za statičku/dinamičku ravnotežu tijela u konkretnim složenijim primjerima. 6.b Evaluira primjenu osnovnih zakonitosti statike u raznovrsnim kontekstima (npr. sport, biomehanika te građevinska i strojeva industrija).

4. komponenta: **Tlak i mehanika fluida**

Ishodi učenja:

1. Analizira pojam tlaka i primjenjuje ga radi objašnjavanja pojava u prirodi i tehnici.
2. Istražuje osnovne zakonitosti statike fluida.
3. Istražuje osnovne zakonitosti dinamike fluida i analizira gibanje tijela kroz fluid.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Opisuje prijenos tlaka kroz fluide. 1.b Primjenjuje Pascalov zakon za objašnjenje rada hidrauličkih strojeva. 1.c Koristi uređaje za mjerenje tlaka.	1.a Objašnjava pojava u prirodi i tehnici u kontekstu tlaka.	1.a Analizira princip rada raznovrsnih uređaja za mjerenje tlaka.
2.a Opisuje plivanje i tonjenje tijela. 2.b Prepoznaje silu uzgona i njezine učinke u specifičnim situacijama.	2.a Rješava konceptualne probleme primjenom zakonitosti statike fluida.	2.a Rješava složene probleme i konceptualne zadatke primjenom zakonitosti statike fluida. 2.b Kritički razmatra informacije o primjenama zakonitosti statike fluida u svakodnevnom životu i tehnici.

<p>3.a Razlikuje laminarno i turbulentno strujanje.</p> <p>3.b Razlikuje viskoznost od gustoće fluida.</p>	<p>3.a Interpretira silu otpora sredine pri rješavanju specifičnih problema.</p> <p>3.b Rješava probleme u poznatom kontekstu primjenom Bernoullijeve jednadžbe i jednadžbe kontinuiteta.</p>	<p>3.a Rješava probleme u nepoznatom kontekstu primjenom Bernoullijeve jednadžbe i jednadžbe kontinuiteta.</p> <p>3.b Povezuje jednadžbu kontinuiteta i Bernoullijevu jednadžbu sa svojstvom nestlačivosti fluida i poučkom o energiji i radu.</p> <p>3.c Kritički procjenjuje informacije o primjenama zakonitosti dinamike fluida u svakodnevnome životu i tehnici (npr. vodoopskrba, avioni, izvođenje slobodnog udarca u nogometu,...).</p>
--	---	---

OBLAST 2: MOLEKULARNA FIZIKA I TERMODINAMIKA

1. komponenta: Model čestične građe tvari

Ishodi učenja:

1. Analizira osnovne postavke modela čestične građe tvari.
2. Koristi znanje o molekularnim silama i čestičnoj građi tvari radi analiziranja fizičkih svojstava, stanja i pojava.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
<p>1.a Uspoređuje gibanje, međusobnu udaljenost i međudjelovanje čestica tvari u različitim agregatnim stanjima.</p> <p>1.b Razlikuje osnovna toplinska i mehanička svojstva različitih agregatnih stanja.</p> <p>1.c Uspoređuje red veličine molekula s redom veličine atoma.</p>	<p>1.a Koristi simulacije radi opisivanja modela idealnog plina i uspoređuje ga s realnim plinom.</p> <p>1.b Interpretira statističku raspodjelu brzina čestica od kojih su građene tvari.</p> <p>1.c Objašnjava elektromagnetsku prirodu međumolekularnih sila.</p>	<p>1.a Kritički razmatra informacije o povijesnome razvoju molekularno-kinetičke teorije.</p> <p>1.b Interpretira statističku raspodjelu brzina čestica od kojih su građene tvari u funkciji promjene temperature.</p>
<p>2.a Objašnjava tlak plina na zidove posude preko elastičnih sudara čestica plina i zakona očuvanja impulsa.</p> <p>2.b Primjenjuje grafičku metodu pri predstavljanju promjena stanja plina.</p>	<p>2.a Objašnjava pojam unutrašnje energije s gledišta molekularno-kinetičke teorije.</p> <p>2.b Povezuje pojavu površinskog napona, močenja i kapilarnosti s molekularnim pojavama u tekućinama.</p>	<p>2.a Analizira putem kvalitativnih i kvantitativnih metoda povezanost temperature i srednje kinetičke energije čestica.</p> <p>2.b Istražuje putem eksperimenta (npr. kroz virtualni eksperiment) zakone koji vrijede za izoprocese i adijabatske procese.</p>

2.c Prepoznaje međusobnu povezanost parametara plina kroz jednadžbu stanja idealnoga plina.	2.c Interpretira krivulju promjene potencijalne energije međumolekularne interakcije.	2.c Kritički procjenjuje mogućnosti primjene jednadžbe stanja idealnog plina u raznovrsnim kontekstima.
2.d Uspoređuje molekularne pojave u plinovima, tekućinama i čvrstim tijelima.	2.d Primjenjuje različita tumačenja plinskih zakona radi rješavanja problema iz različitih znanstvenih disciplina i svakodnevnog života.	
2.e Uspoređuje toplinsko širenje čvrstih tijela i tekućina.		

2. komponenta: Toplina i termodinamički sustavi

Ishodi učenja:

1. Kombinira znanje o temperaturi, toplini i mehanizmima prijenosa topline radi analiziranja toplinskih pojava.
2. Koristi temeljne zakone termodinamike radi objašnjavanja procesa u prirodi i tehnici.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
<i>Učenik:</i>		
<p>1.a Prepoznaje različite načine prijenosa toplinske energije u kontekstu primjera iz svakodnevnog života.</p> <p>1.b Objašnjava procese uslijed kojih dolazi do promjene agregatnog stanja tijela.</p> <p>1.c Uspoređuje procese promjene agregatnih stanja.</p> <p>1.d Interpretira pojmove specifične topline topljenja i specifične topline očvršćavanja.</p> <p>1.e Primjenjuje grafičku metodu pri predstavljanju faznih prijelaza.</p>	<p>1.a Interpretira mehanički ekvivalent topline na kvalitativni i kvantitativni način.</p> <p>1.b Koristi jednadžbu termičke ravnoteže u različitim situacijama.</p> <p>1.c Analizira grafikone koji prikazuju ovisnost temperature o dovedenoj ili odvedenoj količini toplinske energije tijekom vremena.</p> <p>1.d Koristi pojmove topline očvršćavanja, topljenja, isparavanja i kondenziranja u kvalitativnim i kvantitativnim kontekstima.</p>	<p>1.a Ispituje faktore o kojima ovisi brzina hlađenja tijela (npr. mehanizmi reguliranja temperature kod čovjeka i određenih životinjskih vrsta).</p> <p>1.b Određuje eksperimentalno toplinski kapacitet danih tijela.</p> <p>1.c Kritički procjenjuje informacije o toplinskim procesima u praksi (npr. termoizolacija i ušteda energije u kućanstvu, energetska učinkovitost i efekt staklenika).</p>
	<p>2.a Analizira povijesni razvoj termodinamike i utjecaj na društvo/prirodu.</p> <p>2.b Primjenjuje I. i II. zakon termodinamike prilikom rješavanja kvalitativnih i kvantitativnih problema.</p> <p>2.c Vršiti proračun energetske bilance u različitim procesima u plinu u tijeku jednoga ciklusa toplinskog motora.</p>	<p>2.a Primjenjuje temeljne zakone termodinamike radi analiziranja Carnotova toplinskoga stroja i izvođenja izraza za učinkovitost.</p> <p>2.b Istražuje princip rada automobilskih motora, hladnjaka i klimatizacijskih uređaja uz izračunavanje učinkovitosti.</p>

	2.e Objašnjava linearno širenje bimetalna i njihovo korištenje u električnim uređajima (hladnjak, glačalo).	
--	---	--

OBLAST 3: ELEKTROMAGNETIZAM

1. komponenta: Elektrostatika

Ishodi učenja:

1. Tumači pojave električnog nabijanja i izbijanja tijela te primjenjuje znanja o međusobnim djelovanjima električnih naboja.
2. Interpretira pojam elektrostatičkog polja i analizira istaknute pojave u elektrostatičkom polju.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
<p>1.a Predstavlja elektrostatičko međudjelovanje analitičkom i grafičkom metodom.</p> <p>1.b Opisuje međudjelovanje naboja.</p>	<p>1.a Uspoređuje Coulombov zakon s Newtonovim zakonom gravitacije.</p> <p>1.b Primjenjuje zakone elektrostatike na primjerima iz svakodnevnog života.</p> <p>1.c Diskutira o procesima električnoga nabijanja/izbijanja u raznovrsnim kontekstima.</p>	<p>1.a Analizira elektrostatičke pojave kod živih organizama.</p>
<p>2.a Opisuje električno polje analitički i grafički.</p> <p>2.b Razlikuje skalarne i vektorske veličine kojima opisujemo električno polje.</p> <p>2.c Opisuje promjenu električne potencijalne energije pri gibanju nabijanja u električnom polju.</p> <p>2.d Razlikuje električni potencijal od električnog napona.</p>	<p>2.a Primjenjuje princip superpozicije pri rješavanju problema električnog polja.</p> <p>2.b Interpretira stvaranje razlike potencijala u električnom polju.</p>	<p>2.a Analizira pojave električne influencije i polarizacije dielektrika.</p> <p>2.b Primjenjuje zakon održanja energije u električnom polju pri rješavanju raznovrsnih problema.</p>

2. komponenta: Električna struja

Ishodi učenja:

1. Analizira pojavu protjecanja električne struje u čvrstim tijelima, tekućinama i plinovima.
2. Sastavlja i evaluira strujne krugove.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
<p>1.a Definira osnovne veličine i zakone koji opisuju krug istosmjerne i izmjenične struje.</p> <p>1.b Opisuje značenje frekvencije i efektivne vrijednosti izmjenične struje.</p> <p>1.c Objašnjava prednosti i nedostatke izmjenične i istosmjerne struje.</p>	<p>1.a Objašnjava električnu provodljivost čvrstih tijela, tekućina i plinova.</p> <p>1.b Diskutira konceptualne razlike između istosmjerne i izmjenične struje.</p> <p>1.c Analizira utjecaj temperature na otpornost provodnika.</p>	<p>1.a Primjenjuje zakone elektrodinamike pri rješavanju problema u krugovima istosmjerne i izmjenične struje.</p> <p>1.b Kvalitativno opisuje osnovna svojstva superprovodnika i njihovu primjenu.</p> <p>1.c Analizira konceptualne razlike između termogenog, induktivnog i kapacitivnog otpora.</p>
<p>2.a Prepoznaje osnovne elemente u krugu istosmjerne i izmjenične struje.</p> <p>2.b Konstruira jednostavan strujni krug pri čemu mjeri jačinu struje i napon.</p> <p>2.c Opisuje tehničku primjenu elektrolize.</p>	<p>2.a Sastavlja realne i virtualne (simulacije) krugove istosmjerne/izmjenične struje.</p> <p>2.b Primjenjuje Faradayev zakon elektrolize pri rješavanju problema.</p> <p>2.c Kvalitativno i kvantitativno opisuje aktivnu, reaktivnu i prividnu snagu kao i električnu impedanciju.</p>	<p>2.a Dizajnira eksperiment za provjeru Ohmovog zakona za dio kruga/cijeli krug.</p> <p>2.b Dizajnira eksperiment za određivanje elektromotorne sile.</p> <p>2.c Analizira princip rada instrumenata za mjerenje jačine i napona istosmjerne/izmjenične struje.</p>

3. komponenta: Elektricitet i magnetizam

Ishodi učenja:

1. Razmatra svojstva stalnih magneta i interpretira pojam magnetskog polja. Primjenjuje znanja o magnetskim učincima električne struje i djelovanju magnetskog polja na naboj u gibanju.
3. Razmatra pojavu elektromagnetske indukcije i njezine primjene u praksi.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
<p>1.a Opisuje i grafički prikazuje magnetsko polje Zemlje.</p> <p>1.b Uspoređuje električno i magnetsko polje.</p>	<p>1.a Primjenjuje koncept magnetskih domena za tumačenje feromagnetskih svojstava.</p> <p>1.b Primjenjuje princip superpozicije magnetskih polja kod višestrukih izvora.</p>	<p>1.a Analizira ponašanje raznovrsnih materijala u magnetskom polju.</p>

<p>2.a Opisuje ponašanje provodnika sa strujom u magnetskom polju.</p> <p>2.b Uspoređuje Lorentzovu i Amperovu silu.</p> <p>2.c Opisuje primjenu elektromagneta.</p>	<p>2.a Rješava probleme vezane za provodnik i naboj u magnetskom polju.</p> <p>2.b Opisuje princip rada ciklotrona.</p>	<p>2.a Istražuje eksperimentalnim putem ponašanje provodnika sa strujom u magnetskom polju.</p> <p>2.b Istražuje eksperimentalnim putem međudjelovanje paralelnih provodnika.</p> <p>2.c Istražuje utjecaj magnetskog polja električnih uređaja na zdravlje ljudi (odašiljači, dalekovodi).</p>
<p>3.a Navodi primjere primjene elektromagnetske indukcije.</p> <p>3.b Razlikuje međusobnu indukciju i samoindukciju.</p> <p>3.c Prepoznaje različite načine promjene magnetskog toka.</p>	<p>3.a Interpretira Faradayev zakon i Lenzovo pravilo kod elektromagnetske indukcije.</p> <p>3.b Rješava kvalitativnim i kvantitativnim putem probleme vezane za elektromagnetsku indukciju.</p> <p>3.c Tumači pojavu elektromagnetske indukcije na mikroskopskoj razini.</p>	<p>3.a Kritički evaluira povijesna otkrića povezana s elektromagnetskom indukcijom i njezinu primjenu.</p> <p>3.b Istražuje eksperimentalnim putem utjecaj brzine promjene toka na inducirani napon.</p> <p>3.c Istražuje primjere primjene elektromagnetske indukcije u praksi (npr. indukcijska peć, detektor metala).</p>

OBLAST 4: OSCILACIJE, VALOVI I MODERNA FIZIKA

1. komponenta: Mehaničke oscilacije i valovi

Ishodi učenja:

1. Analizira pojam oscilacija i valova.
2. Primjenjuje znanje o mehaničkim valovima u konkretnim kontekstima.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
<p>1.a Definira harmonijsko osciliranje, prigušeno i prinudno osciliranje.</p> <p>1.b Prepoznaje period (frekvenciju) i amplitudu osciliranja na osnovi grafičkog prikaza.</p>	<p>1.a Povezuje matematičkim izrazima harmonijsko osciliranje i jednolično kružno gibanje.</p> <p>1.b Prikazuje ovisnost elongacije, brzine i ubrzanja osciliranja u funkciji vremena grafičkim putem.</p>	<p>1.a Istražuje osciliranje matematičkog klatna i opruge eksperimentalnim putem.</p> <p>1.b Analizira primjere primjene harmonijskih oscilatora u tehnologiji.</p>
<p>2.a Prepoznaje na primjerima odbijanje, prelamanje, interferenciju i difrakciju valova.</p> <p>2.b Definira Huygensov princip.</p>	<p>2.a Primjenjuje zakone odbijanja, prelamanja i interferencije valova pri rješavanju problemskih zadataka.</p>	<p>2.a Analizira konstruktivnu i destruktivnu interferenciju mehaničkih valova koristeći kvantitativnu i kvalitativnu metodu.</p>

2.c Razlikuje konstruktivnu od destruktivne interferencije. 2.d Opisuje odnose fizičkih veličina iz jednažbe ravnoga vala.	2.b Predstavlja grafički progresivne i stojne valove. 2.c Tumači pojavu rezonancije u različitim kontekstima iz svakodnevice. 2.d Opisuje primjere primjene Dopplerovog efekta u svakodnevnom životu i medicini.	2.b Primjenjuje jednažbu ravnoga vala za rješavanje problemskih zadataka. 2.c Slaže manji broj valova korištenjem faznih dijagrama, a na osnovi informacije o putnoj ili faznoj razlici valova.
---	--	--

2. komponenta: Optika i relativistička mehanika

Ishodi učenja:

1. Analizira elektromagnetske oscilacije i valove.
2. Istražuje osnovne zakonitosti i pojave iz područja optike.
3. Diskutira o istaknutim pojavama iz područja relativističke mehanike.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Opisuje nastanak i širenje elektromagnetskih valova. 1.b Navodi primjere uporabe elektromagnetskih valova. 1.c Opisuje svojstva (valnu dužinu, frekvenciju, faznu razliku, brzinu) elektromagnetskih valova.	1.a Povezuje generiranje elektromagnetskih valova s ubrzanjem naboja. 1.b Analizira spektar elektromagnetskih valova. 1.c Tumači jednažbu ravnog elektromagnetskog vala.	1.a Analizira rad detektora elektromagnetskih valova. 1.b Istražuje pojavu elektromagnetskog zagađenja.
2.a Navodi različite teorije o prirodi svjetlosti. 2.b Navodi razlike između koherentne i nekoherentne svjetlosti. 2.c Razlikuje difrakciju na jednoj i dvije pukotine. 2.d Uspoređuje osobine polarizirane i nepolarizirane svjetlosti.	2.a Rješava kvantitativne i kvalitativne probleme u području fotometrije. 2.b Rješava kvalitativne i kvantitativne probleme u području geometrijske optike. 2.c Rješava kvalitativne i kvantitativne probleme u području valne optike. 2.e Opisuje primjenu odbijanja, prelamanja svjetlosti kao i interferenciju, difrakciju i polarizaciju svjetlosti u tehnologiji. 2.f Razlikuje prirodnu, linearno i djelomično polariziranu svjetlost.	2.a Kritički procjenjuje informacije o rasvjeti u interijerima i eksterijerima radi postizanja optimalne osvjetljenosti i maksimalne uštede energije. 2.b Analizira princip rada i uporabu optičkih instrumenata. 2.c Istražuje eksperimentalnim putem temeljne zakone geometrijske optike. 2.d Istražuje eksperimentalnim putem pojave interferencije i difrakcije svjetlosti. 2.e Istražuje različite načine dobivanja i primjene polarizirane svjetlosti. 2.f Analizira primjenu interferencije i difrakcije svjetlosti u svakodnevnom životu i tehnici (npr. rezolucija optičkih instrumenata, razlaganje svjetlosti na CD-u, holografija, interferometrija).

		2.g Istražuje pojave rasijanja i polarizacije svjetlosti u kontekstu svakodnevnog života i tehnike (npr. objašnjenje plavetnila neba, polarizirane sunčane naočale).
<p>3.a Navodi osnovne postulate posebne teorije relativnosti.</p> <p>3.b Definira dilataciju vremena i kontrakciju dužine.</p> <p>3.c Navodi načelo ekvivalencije mase i energije.</p>	<p>3.a Objašnjava kako Einsteinovi misaoni eksperimenti ilustriraju posljedice posebne teorije relativnosti (npr. kontrakcija dužine i dilatacije vremena).</p> <p>3.c Opisuje astronomska zapažanja koja idu u prilog tezi o zakrivljenom prostoru (npr. gravitacijske leće).</p> <p>3.d Uspostavlja veze i odnose između pojmova gravitacije, prostora i vremena.</p>	<p>3.a Rješava kvantitativne i kvalitativne probleme vezane za pojave iz područja posebne teorije relativnosti (npr. kontrakcija dužine, dilatacija vremena, relativnost istovremenosti, ekvivalentnost energije i mase).</p> <p>3.b Analizira informacije o posljedicama i primjenama posebne teorije relativnosti u raznovrsnim kontekstima (npr. televizor s katodnom cijevi, radarska kamera).</p> <p>3.c Procjenjuje informacije o posljedicama i primjenama opće relativnosti u raznovrsnim kontekstima (gravitacijski valovi, crne rupe, GPS).</p>

3. komponenta: Osnove kvantne, atomske i nuklearne fizike

Ishodi učenja:

1. Analizira kvantnu prirodu elektromagnetskoga zračenja te koristi osnovne pojmove i relacije kvantne mehanike.
2. Evaluira različite modele atoma i analizira linijske spektre.
3. Primjenjuje znanje o građi atomske jezgre i klasificira elementarne čestice.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
<p>1.a Definira zakone zračenja apsolutno crnog tijela.</p> <p>1.b Objašnjava Planckovu hipotezu o pojmu kvanta energije.</p> <p>1.c Objašnjava de Broglievu hipotezu.</p> <p>1.d Navodi primjere primjene fotoelektričnog efekta.</p> <p>1.e Navodi difrakciju elektrona kao dokaz da elektroni imaju i valnu prirodu.</p>	<p>1.a Razlikuje koncepte klasične i kvantne mehanike.</p> <p>1.b Interpretira fotoelektrični efekt i Comptonov efekt (kvalitativno i kvantitativno).</p> <p>1.c Uspoređuje pojave toplinskoga zračenja, fotoefekta i Comptonovog efekta.</p> <p>1.d Rješava kvalitativne i kvantitativne probleme vezane za pojave toplinskog zračenja i fotoefekta.</p> <p>1.f Uspoređuje elektrone i fotone primjenom de Broglieve hipoteze.</p> <p>1.g Objašnjava konceptualno značenje Schroedingerove valne funkcije.</p> <p>1.h Analizira misaone eksperimente koji govore u prilog Heisenbergovom principu neodređenosti.</p>	<p>1.a Istražuje i putem različitih tumačenja opisuje kako se mijenjaju svojstva toplinskoga zračenja u funkciji temperature (npr. intenzitet, spektralna raspodjela).</p> <p>1.b Analizira povijesni kontekst u kojemu je došlo do postavljanja hipoteze o kvantnoj prirodi toplinskoga zračenja.</p> <p>1.c Procjenjuje prikupljene informacije o primjenama zakona toplinskoga zračenja, fotoefekta i Comptonovog efekta u različitim kontekstima (npr. mjerenje temperature Sunca, fotoćelije).</p> <p>1.d Analizira značaj Planckove hipoteze za razvoj kvantne mehanike</p> <p>1.e Istražuje eksperimentalnim putem fotoelektrični efekt.</p> <p>1.f Procjenjuje prikupljene informacije o primjenama valova tvari u raznovrsnim kontekstima (npr. elektronski mikroskop).</p>
<p>2.a Opisuje Thomsonov, Rutherfordov i Bohrov model atoma.</p> <p>2.b Povezuje emisijske i apsorpcijske spektre s elektronskim prijelazima u atomu.</p> <p>2.c Razlikuje spontanu od stimulirane emisije.</p>	<p>2.a Uspoređuje Thomsonov, Rutherfordov i Bohrov model atoma.</p> <p>2.b Objašnjava nedostatke Rutherfordovog modela i Bohrovog modela atoma.</p> <p>2.c Obrazlaže matematički opis Bohrovog modela atoma.</p>	<p>2.a Povezuje Bohrov model atoma s idejama o valnoj prirodi elektrona i Heisenbergovim principom neodređenosti.</p> <p>2.c Analizira mehanizam nastanka linijskih, emisijskih i apsorpcijskih spektara ističući poveznice sa zakonom očuvanja energije.</p>

<p>2.d Definiira kvantne brojeve.</p>	<p>2.d Objašnjava važnost kvantnih brojeva koji se uvode radi kvantno-mehaničkog opisa atoma.</p> <p>2.e Opisuje kvantno-mehanički model atoma.</p> <p>2.f Opisuje princip rada lasera.</p>	<p>2.d Procjenjuje prikupljene informacije o primjenama atomske fizike u raznovrsnim kontekstima (npr. primjena lasera u medicini, modeli vođenja električne struje).</p>
<p>3.a Uspoređuje nuklearno, elektromagnetsko i gravitacijsko međudjelovanje.</p> <p>3.b Dopunjava jednačbe alfa-, beta- i gama- radioaktivnog raspada.</p> <p>3.c Razlikuje energiju veze od specifične energije veze.</p> <p>3.d Opisuje utjecaj ionizirajućeg zračenja na žive organizme.</p> <p>3.e Razlikuje elementarne od fundamentalnih čestica.</p> <p>3.f Opisuje strukturu protona i neutrona.</p> <p>3.g Klasificira subatomske čestice (npr. leptoni, kvarkovi).</p>	<p>3.a Tumači prirodu radioaktivnog raspada, kao i svojstva alfa-, beta- i gama- zračenja.</p> <p>3.b Zapisuje jednostavne nuklearne reakcije polazeći od periodnog sustava elemenata i zakona očuvanja.</p> <p>3.c Određuje energiju oslobođenu u nuklearnim reakcijama i radioaktivnom raspadu.</p> <p>3.d Određuje grafičkim i analitičkim putem vrijeme poluraspada jezgre.</p> <p>3.e Objašnjava značaj analize kozmičkog zračenja u razvoju fizike elementarnih čestica (npr. otkriće pozitrona).</p> <p>3.f Primjenjuje zakone održanja (barionskog broja, leptonskog broja, naboja, stranosti) u reakcijama čestica.</p> <p>3.g Uspoređuje čestice-prijenosnike osnovnih međudjelovanja.</p>	<p>3.a Određuje eksperimentalnim putem vrijeme poluraspada jezgre (simulacijom).</p> <p>3.b Procjenjuje prikupljene informacije o utjecaju radioaktivnog zračenja na žive organizme te se referira na pravila u području radijacijske i nuklearne sigurnosti u BiH.</p> <p>3.c Procjenjuje prikupljene informacije o primjenama nuklearne fizike u raznovrsnim kontekstima (npr. medicinska dijagnostika i terapija, radiokarbonsko datiranje).</p> <p>3.d Analizira mehanizme koji su u osnovi fundamentalnih međudjelovanja.</p> <p>3.e Procjenjuje prikupljene informacije o primjenama znanja fizike elementarnih čestica (npr. poveznice s kozmologijom).</p> <p>3.f Skicira i interpretira Feynmanove dijagrame.</p>

4. komponenta: Astronomija i astrofizika

Ishodi učenja:

1. Opisuje sastav i strukturu svemira.
2. Opisuje model nastanka i evolucije svemira te tumači procese formiranja i razvoja zvijezda.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Opisuje sastav svemira. 1.b Opisuje glavne tipove zvijezda. 1.c Navodi jedinice koje se koriste za mjerenje astronomskih udaljenosti. 1.d Raspoređuje zvijezde u spektralne klase s obzirom na njihovu temperaturu.	1.a Objašnjava kako se spektralna analiza može koristiti za klasificiranje zvijezda.	1.a Primjenjuje Dopplerov efekt u optici na određivanje udaljenosti zvijezda.
2.a Navodi glavne postavke teorije velikog praska.	2.a Objašnjava kako evolucijski put zvijezde ovisi o njenoj masi. 2.b Primjenjuje Hubbleov zakon za rješavanje kvalitativnih i kvantitativnih problema. 2.c Pravi pregled teorije velikog praska i karakterističnih etapa razvoja Svemira, od početka prostora – vremena, preko nastanka elementarnih čestica, do nastanka atoma, galaksija i Sunčevog sustava. 2.d Argumentira kako se postojanje kozmičkog pozadinskog zračenja koristi kao dokaz teorije velikog praska.	2.a Skicira i interpretira Hertzsprung-Russellov dijagram (npr. zvijezde glavnoga niza, bijeli patuljci, crveni divovi, superdivovi). 2.b Objašnjava evoluciju svemira pomoću Dopplerovog efekta. 2.c Procjenjuje prikupljene informacije o istaknutim pojavama i procesima u području kozmologije (npr. kvazari, tamna tvar).

OBLAST 5: FIZIKA, DRUŠTVO I TEHNOLOGIJA

1. komponenta: Povijest i filozofija fizike

Ishodi učenja:

1. Kritički razmatra povijest razvoja fizičkih ideja.
2. Interpretira prirodu fizike.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Prepoznaje trenutna znanstvena razumijevanja o fizičkim pojavama.	1.a Analizira utjecaj društveno-ekonomskih i drugih faktora na razvoj fizičkih ideja. 1.b Opisuje povijesni razvoj fizičkih ideja.	1.a Diskutira o razvoju fizičkih ideja. 1.b Analizira trenutna znanstvena razumijevanja o fizičkim idejama i procesima. 1.c Evaluira razvoj fizičkih ideja kroz određene povijesne kontekste.
2.a Opisuje ulogu promatranja u spoznaji fizičkih ideja.	2.a Uspoređuje etape spoznajnoga ciklusa u fizici u konkretnim primjerima. 2.b Raspravlja o uzročno-posljedičnim odnosima u prirodi.	2.a Istražuje uzročno-posljedične odnose u prirodi.

2. komponenta: Metoda i jezik fizike

Ishodi učenja:

1. Planira i provodi fizičke eksperimente te predstavlja dobivene rezultate.
2. Primjenjuje raznovrsne matematičke metode u opisu i rješavanju fizičkih problema.
3. Diskutira o fizičkim sadržajima i istraživanjima koristeći se raznovrsnim prikazima i izvorima znanja.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Formulira istraživačko pitanje. 1.b Prepoznaje varijable u eksperimentu. 1.c Navodi hipotezu eksperimentalnog istraživanja. 1.d Prikuplja relevantne podatke. 1.e Predstavlja rezultate mjerenja analitički.	1.a Objašnjava odabir varijabli i njihovu manipulaciju. 1.b Dizajnira eksperiment uz odgovarajuće mjere opreza. 1.c Obrađuje podatke u brojevnoj i/ili vizualnoj formi. 1.d Presentira rezultate istraživanja tablično i grafički. 1.e Donosi zaključke eksperimentalnog istraživanja na osnovi rezultata mjerenja.	1.a Argumentira sa znanstvenoga gledišta navedenu hipotezu eksperimentalnog istraživanja. 1.b Kritički razmatra izbor eksperimentalnih metoda. 1.c Predlaže poboljšanje eksperimenta polazeći od dizajna, metode, obrade podataka.

2.a Razlikuje relevantne od irelevantnih informacija.	2.a Izvršava operacije nad vektorima u kontekstu opisivanja i rješavanja fizičkih problema.	2.a Rješava kontekstualne probleme koji zahtijevaju kombiniranje većeg broja relacija. 2.b Kritički obrazlaže rješenje fizičkog problema.
3.a Objašnjava prirodne pojave i procese koristeći fizički precizan rječnik.	3.a Objašnjava raznovrsna opća i područno-specifična tumačenja fizičkih sadržaja i procesa.	3.a Analizira fizičke sadržaje koristeći se raznovrsnim izvorima informacija.

3. komponenta: Primjene fizike u svakodnevici i tehnologiji

Ishodi učenja:

1. Evaluira veze i odnose između fizike, društva i tehnologije.
2. Koristi znanje fizike u kontekstima relevantnim za modernu svakodnevicu.

OSNOVNA RAZINA	SREDNJA RAZINA	NAPREDNA RAZINA
Učenik:		
1.a Navodi pozitivne i negativne utjecaje razvoja tehnologije na društvo. 1.b Navodi primjere primjene fizičkih otkrića u tehnologiji.	1.a Prikuplja i obrađuje podatke koristeći različite tehnologije (<i>data-loggeri</i> , softveri za obradu podataka, kompjuterske simulacije,...)	1.a Analizira utjecaj koji fizika ima na razvijanje slike svijeta i civilizacijske vrijednosti uopće. 1.b Istražuje određena znanstvena rješenja u specifičnim primjenama (korist za društvo, ekonomiju, politiku, ekologiju i sl.). 1.c Kritički razmatra etički aspekt primjene fizičkih otkrića.
2.a Imenuje neke od najvećih izazova s kojima se suočava moderno čovječanstvo. 2.b Navodi primjere primjene fizičkih otkrića u rješavanju specifičnih problema u svakodnevnom životu.	2.a Interpretira načine po kojima otkrića u fizici mogu doprinijeti rješavanju specifičnih problema u svakodnevnom životu.	2.a Raspravlja o opravdanosti određenih tehnoloških rješenja i društvenih odluka koristeći se znanjem fizike. 2.b Kritički prosuđuje načine na koje otkrića u fizici mogu doprinijeti rješavanju specifičnih problema u svakodnevnom životu (prednosti i nedostaci određenih fizičkih rješenja).