



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

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA FIZIKA

ZA ŠKOLE SREDNJEG STRUČNOG OBRAZOVANJA I OBUKE

Zenica, juni 2023.



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

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA

FIZIKA

ZA ŠKOLE SREDNJEG STRUČNOG OBRAZOVANJA I OBUKE

Zenica, juni 2023.

**Kurikulum nastavnog predmeta Fizika za škole
srednjeg stručnog obrazovanja i obuke**

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

Za izdavača: Draženka Subašić, ministrica

Voditeljica Stručnog tima:
Aida Salkić, direktorica Pedagoškog zavoda Zenica

Grupa za izradu predmetnog kurikulumuma:
mr.sc. Aldiana Nuhanović, koordinatorica
Mirela Ćosatović, BA, član

Tehnička priprema i uređenje:
Pedagoški zavod Zenica

SADRŽAJ

A/ OPIS PREDMETA	5
B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA	7
C/ OBLASNA STRUKTURA PREDMETNOG KURIKULUMA	6
D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	7
ZANIMANJA IV STEPENA	7
1. razred	7
2. razred	43
E/ UČENJE I PODUČAVANJE	46
F/ VREDNOVANJE U PREDMETNOM KURIKULUMU	47
G/ PROFIL I STRUČNA SPREMA NASTAVNIKA	48

A/ OPIS PREDMETA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fizika je općeobrazovni nastavni predmet koji se izučava u školama srednjeg stručnog obrazovanja i obuke.

B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA

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

1. Razvijanje konceptualnog razumijevanja fizikalnih pojava i procesa kod učenika:

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

2. Razvijanje primjene prirodno-naučnog metoda i razumijevanja prirode fizike kao nauke:

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

3. Razvijanje komunikacijskih kompetencija u kontekstu fizike i samog jezika fizike:

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

4. Razvijanje znanja, vještina i stavova koji se odnose na kreiranje poveznica između fizike, društva i tehnologije:

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

C/ OBLASNA STRUKTURA PREDMETNOG KURIKULUMA

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

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

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

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

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

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

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

A. Fizika, društvo i tehnologija

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

B. Mehanika

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

Kod učenja i poučavanja mehanike nužno je imati na umu da mehanika predstavlja svojevrsnu kolijevku ustaljenih učeničkih miskoncepcija, te u skladu s tim treba obratiti značajnu pažnju na identificiranje miskoncepcija i proces konceptualne promjene.

U tom smislu, preporučuje se korištenje ogleđa sa lako pristupačnim materijalima i kombiniranje velikog broja reprezentacija sadržaja fizike, uključujući i za mehaniku specifične reprezentacije poput dijagrama kretanja (stroboskopskih snimaka) i dijagrama sila.

C. Molekularna fizika i termodinamika

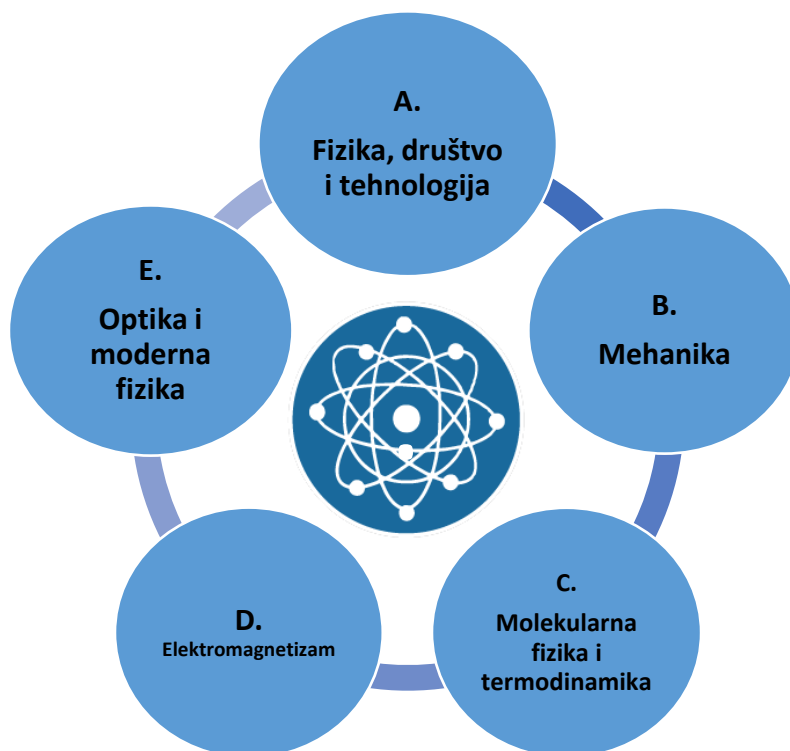
Molekularna fizika proučava model, fizikalna svojstva i stanja tvari polazeći od molekularno-kinetičke teorije prema kojoj su tvari sastavljene od mikroskopskih čestica (molekula, atoma i jona) koje se nalaze u neprekidnom nasumičnom kretanju. Ona u korelaciji sa drugim prirodnim naukama, prije svega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

D. Elektromagnetizam

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

E. Optika i moderna fizika

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



Oblasna struktura predmetnog kurikuluma Fizika

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

D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI**ZANIMANJA IV STEPENA****1. razred /70 nastavnih sati godišnje/**

Oblast: A/Fizika, društvo i tehnologija	
Ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.1. Kritički razmatra historiju fizike i interpretira prirodu fizike.	<ul style="list-style-type: none"> • Prepoznaje trenutna naučna razumijevanja o fizikalnim pojavama. • Opisuje ulogu posmatranja u spoznaji fizikalnih ideja. • Opisuje historijski razvoj fizikalnih ideja. • Interpretira fiziku kao jednu vrstu društvene aktivnosti za koju su jednako bitni i empirija i kreativnost naučnika. • Objašnjava pojam modela i razvoj fizike. • Diskutuje o razvoju fizikalnih ideja. • Raspravlja i istražuje o uzročno-posljedičnim odnosima u prirodi. • Analizira uticaj društveno-ekonomskih i drugih faktora na razvoj fizikalnih ideja. • Analizira historijski razvoj fizike, njeno mjesto u hijerarhiji nauka i uticaj koji fizika ima na razvijanje slike svijeta i civilizacijske vrijednosti uopće. • Evaluira razvoj fizikalnih ideja kroz određene historijske kontekste.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 5.1.1. FIZ 5.1.2.
Ključni sadržaji	
Fizika kao temeljna prirodna nauka, odnos fizike sa drugim naukama	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>U osnovnoj školi se o prirodi po prvi put eksplicitno uči u sedmom razredu osnovne škole, a od nastavnika se očekuje da tokom cjelokupnog osnovnoškolskog obrazovanja kreira situacije koje zahtijevaju primjenu stečenih kompetencija. U daljem skolovanju se očekuje razvijanje dubljeg razumijevanja prirode fizike. Treba imati u vidu da se u srednjoj školi nastavi fizike pristupa sa brojnim miskoncepcijama o prirodi fizikalnog znanja (npr. “znanje fizike se više ne razvija i skup je neuvezanih činjenica”), o mogućnostima fizike (npr. “fizika može riješiti sve probleme čovječanstva”, “fizika nije uopšte povezana sa svakodnevnicom”). Preporučuje se eksplicitno, tj. direktno poučavanje o prirodi fizike kroz koje treba napraviti osvrt na sve gore navedene kategorije miskoncepcija. Pri tome je poželjno u nastavu uključiti odgovarajuće primjere iz historije fizike, kao i aktivnost refleksivnog promišljanja o situacijama koje mogu aktivirati miskoncepcije. Postoje mogućnosti kreiranja poveznica sa predmetima iz oblasti prirodnih nauka po pitanju tematike “prirode prirodnih nauka”, gdje god je moguće napraviti poveznicu sa biologijom, hemijom, geografijom poželjno je radi stvaranja jedinstvene naučno utemeljene slike svijeta.</p>	
A.I.2. Diskutuje o fizikalnim sadržajima, metodama i istraživanjima koristeći se raznovrsnim prikazima i izvorima znanja.	<ul style="list-style-type: none"> • Prikuplja i obrađuje podatke koristeći raznovrsne izvore i tehnologije. • Predstavlja podatke /relacije koristeći se različitim reprezentacijama (npr. riječi, crteži, grafikoni, tabele, matematički izrazi). • Izvršava operacije nad vektorima (slaganje, razlaganje, skalarni i vektorski proizvod) u kontekstu opisivanja i rješavanja fizikalnih zadataka i problema.

	<ul style="list-style-type: none"> • Koristi matematičke funkcije i geometrijske zakonitosti u kontekstu rješavanja fizikalnih zadataka i problema. • Dizajnira eksperiment uz adekvatne mjere opreza i donosi zaključke eksperimentalnog istraživanja na osnovu rezultata mjerenja. • Računa i analizira mjerne greške. • Kritički razmatra izbor eksperimentalnih metoda i predlaže poboljšanje eksperimenta polazeći od dizajna, metoda, obrade podataka.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 5.2.1. FIZ 5.2.2. FIZ 5.2.3.
Ključni sadržaji	
Fizikalne veličine i mjerne jedinice, skalarni i vektorske veličine, greške pri mjerenju, predmet proučavanja fizike i metode, model, hipoteza, posmatranje, eksperiment, teorija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>U osnovnoj školi se o metodama fizike po prvi put eksplicitno uči u sedmom razredu osnovne škole, a od nastavnika/ca se očekuje da tokom cjelokupnog osnovnoškolskog obrazovanja kreira situacije koje zahtijevaju primjenu stečenih kompetencija. U srednjoj školi se očekuje intenzivnije korištenje matematičkog aparata. Treba imati u vidu da se u nastavi fizike srednje škole pristupa sa brojnim miskoncepcijama o istraživanjima u fizici (npr. "fizikalno istraživanje mora sadržavati i eksperiment", "postoji istraživački algoritam kojeg koriste svi fizičari") i terminologiji fizike (npr. "hipoteza je nagađanje" ili miješanje zapažanja i zaključaka). Potrebno je razvijati u kompetencije u oblasti dizajniranja i evaluiranja fizikalnih istraživanja, te naučnog pristupanja interpretaciji podataka i dokaza. Naročitu pažnju valja posvetiti značaju kontroliranja varijabli. U tom smislu se preporučuje u ovoj, ali i svim ostalim tematskim cjelinama u srednjem obrazovanju, uključivati zadatke koji nalikuju PISA zadacima koji provjeravaju epistemološko znanje fizike. Jako korisna aktivnost može se sastojati i u dubinskom evaluiranju manjeg broja planova istraživanja i izvještaja o provedenim istraživanjima, pri čemu treba evaluirati kako primjere dobre, tako i primjere loše prakse. Kada je u pitanju korištenje matematičkog metoda, treba imati u vidu da većina prvobitno ne razumije svrhu korištenja vektora, niti zna vršiti operacije sa vektorima. Potrebno je u naučiti da razlikuje vektor, intenzitet vektora (uvijek pozitivan skalar) i komponentu vektora (skalar koji može biti i negativan). Također, često se ne razumije ni pojam funkcije i postoji problem prelaska sa tipičnih matematičkih notacija u kojima je x obično nezavisna varijabla, na fizikalne notacije u kojima je x često zavisna varijabla. Sve navedene poteškoće preporučljivo je rješavati kroz rješavanje pažljivo odabranih zadataka u kontekstu fizike (npr. verbalno interpretiranje $x(t)$ grafa). Kada je u pitanju trigonometrijska funkcija, dovoljno je zadržati se na definiciji i primjeni osnovnih trigonometrijskih funkcija. Postoje mogućnosti kreiranja poveznica sa predmetima iz oblasti prirodnih nauka po pitanju naučnog metoda. Tu je potrebno obezbijediti konzistentno korištenje terminologije (npr. hipoteza, model, teorija) u različitim predmetima. Postoje i značajne poveznice sa Matematikom, po pitanju korištenja vektora i elementarnih funkcija.</p>	

Oblast: B/Mehanika	
Ishod učenja	Razrada ishoda
B.I.1. Interpretira i analizira značenja i odnose između osnovnih kinematičkih veličina.	<ul style="list-style-type: none"> • Razlikuje vektor položaja i pomaka, putanju i put, brzinu i ubrzanje tijela, te translaciono i rotaciono kretanje u konkretnim primjerima iz svakodnevnice. • Interpretira skalarnu ili vektorsku prirodu kinematičkih veličina, te predstavlja kinematičke veličine grafičkom metodom. • Opisuje pojam relativnosti kretanja kroz primjere. • Evaluira veze i odnose između pojmova trenutne brzine, srednje brzine i srednje putne brzine, te objašnjava da trenutna brzina uvijek ima pravac tangente u datoj tački putanje.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 1.2.1.

Ključni sadržaji	
Referentno tijelo, referentni sistem, radijus vektor, pomak, put, brzina, ubrzanje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>U srednjoj skoli se u većoj mjeri uvažava vektorska priroda pojedinih kinematičkih veličina u odnosu na osnovnoškolski pristup. Učenici ne prave jasnu razliku između pojmova položaja tijela (tačke u referentnom sistemu) i njegovog pređenog puta (dužine putanje tijela), potrebno je objasniti na primjeru kretanja koje se ne odvija samo u jednom smjeru. Učenici znaju generalizirati ovaj specijalni slučaj što im otežava razumijevanje kretanja tijela koje se odvija u dvije ili tri dimenzije. Kod učenika često postoji shvatanje da intenzitet vektora pomaka određuje veličinu pređenog puta. Potrebno je dati primjere iz kojih se može uvidjeti da intenzitet vektora pomaka može biti jednak, ali i različit od pređenog puta. Također, ukupni vektor pomaka može biti jednak nuli, iako je pređeni put različit od nule (kretanje tijela iz tačke A u B i nazad). Objasniti srednju i trenutnu brzinu. Najčešće se pod pojmom „ubrzanje“ podrazumijeva prirast brzine bez da se razmatra vremenski interval u kojem je došlo do tog prirasta. Veličina ubrzanja se pri tome određuje samo kroz poređenje početnog i krajnjeg stanja sistema. Posljedica ovakvog shvatanja pojma ubrzanja jeste povezivanje velikog ubrzanja sa velikim postignutim krajnjim brzinama i stav da je nemoguće govoriti o ubrzanju u nekom vremenskom trenutku, iz tog razloga je potrebno objasniti srednju i trenutnu akceleraciju. Učenici također nerijetko ne vide suštinsku razliku između pojmova ubrzanja i brzine, te su mišljenja da je ubrzanje proporcionalno brzini (što je veća brzina tijela veće je i njegovo ubrzanje), te im je važno na konkretnom primjeru objasniti tu razliku. Radi prevazilaženja pomenutih poteškoća preporučuje se kombiniranje velikog broja reprezentacija: riječi, crteža (dijagrama kretanja), grafikona i formula. Naročito je korisna aktivnost predstavljanja kretanja dijagramom kretanja, tj. nekom vrstom stroboskopskog snimka unutar kojeg se nanose vektori brzine i/ili ubrzanja. Ove aktivnost potrebno je obavezno popratiti intenzivnim verbalnim objašnjenjima.</p>	
B.I.2. Analizira pravolinijska kretanja i primjenjuje ih na primjerima iz svakodnevnice.	<ul style="list-style-type: none"> • Eksperimentalno istražuje i opisuje zakon puta kod pravolinijskih kretanja. • Kreira različite reprezentacije (npr. dijagram kretanja, tabela, grafikon, formule) za predstavljanje zakonitosti pravolinijskog kretanja tijela, te uspostavlja veze između različitih reprezentacija. • Kvalitativno i kvantitativno analizira s-t, v-t i a-t grafikone (npr. nagib, površina ispod krive, uspostavljanje veza među kinematičkim veličinama). • Rješava relativno složene teorijske i praktične probleme u kontekstu pravolinijskih kretanja.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 1.2.2.
Ključni sadržaji	
Ravnomjerno pravolinijsko kretanje, promjenjivo pravolinijsko kretanje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Potrebno je uočiti miskoncepcije o pravolinijskim kretanjima npr. shvatanje grafa pravolinijskog kretanja kao "slike kretanja", zato je važno interpretirati grafičko prikazivanje pravolinijskih kretanja (s-t, v-t, a-t grafički prikazi). Također, interpretirati put kao površinu između v-t grafičkog prikaza i osi apscisa, promjenu brzine kao površinu u a-t grafičkom prikazu. Primjenjivati algebarski izraz za brzinu pri ravnomjerno promjenjivom kretanju, ovisnost brzine o putu tokom ravnomjerno promjenjivog kretanja. Uvesti ravnomjerno ubrano kretanje s početnom brzinom kao i ravnomjerno usporeno kretanje uz primjere. Preporučuje se prednost uvijek dati stvarnim ogledima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, ali i kretanje analizirati korištenjem digitalnih alata (Tracker, Micro Bit i slično) ili simulacija. Podizanje motivacije za učenje i povećanja relevantnosti sadržaja za učenike potrebno je fizikalne pojave (kretanje) povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima.</p>	
B.I.3. Istražuje složena kretanja i primjenjuje ih na primjerima iz svakodnevnice.	<ul style="list-style-type: none"> • Razlikuje pravolinijska i složena kretanja, te u tom kontekstu ističe princip nezavisnosti kretanja. • Koristi raznovrsne tehnologije/pristupe (npr. digitalna video analiza) za istraživanje složenih kretanja.

	<ul style="list-style-type: none"> • Povezuje izgled putanje sa promjenom vektora brzine tokom vremena. • Kreira različite reprezentacije (dijagram kretanja, tabela, grafikon, formule) za predstavljanje zakonitosti složenog kretanja tijela, te uspostavlja veze između različitih reprezentacija. • Rješava kvalitativne i kvantitativne fizikalne probleme koji uključuju složena kretanja. • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o složenim kretanjima u raznovrsnim kontekstima (npr. sport). • Analizira kvalitativnom i kvantitativnom metodom složena kretanja u gravitacionom polju.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 1.2.2.
Ključni sadržaji	
Relativnost kretanja, kretanja u gravitacionom polju, pravac brzine pri kretanju po krivoj liniji.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Kada je su u pitanju složena kretanja potrebno ih je nadovezati na pravolinijska kretanja, pažljivim uvođenjem principa nezavisnosti kretanja. Važno je da se složena kretanja demonstriraju ili da se koriste simulacije/ video snimci samih kretanja. Podizanja motivacije za učenje i povećanja relevantnosti sadržaja za učenike potrebno je kretanje povezati sa stvarnim situacijama (šut u košarci, paket izbačen iz aviona, kretanja projektila) i učenikovim iskustvima (pračka, sport). Ustaljeno je shvatanje da je ubrzanje tijela, kada ono dostigne najvišu tačku pri vertikalnom hicu naviše, jednako nuli, također se često kroz nastavu kod učenika stvori utisak da je ubrzanje po smjeru uvijek jednako smjeru brzine kroz problemsku situaciju pokušati prevazići miskonceptije. Za matematički opis složenih kretanja koriste se trigonometrijske funkcije, pri čemu treba voditi računa da je njihova upotreba ograničena na definiciju funkcija i najjednostavnije primjene. Postoji mogućnost kreiranja značajnih poveznica sa predmetom Matematika, posebno po pitanju korištenja vektora, kvadratne funkcije i osnovnih trigonometrijskih funkcija. Preporučuje se kreiranje plana korištenja pomenutih funkcija u fizici u uskoj suradnji sa predmetnim nastavnikom/com matematike. Ova tematska cjelina može značajno doprinijeti razvijanju čitalačke pismenosti, kroz podsticanje povezivanja i kombiniranja različitih načina predstavljanja informacija (npr. tekst, grafikone, dijagram).</p>	
B.I.4. Analizira pojam sile i efekte djelovanja sile na primjerima iz svakodnevnice.	<ul style="list-style-type: none"> • Analizira historijski razvoj ideja o pojmu sile. • Primjenjuje grafički metod slaganja i razlaganja većeg broja kolinearnih i nekolinearnih sila. • Objašnjava vezu između djelovanja sile i kretanja tijela na konkretnim primjerima. • Rješava problemske situacije iz svakodnevnog života u kontekstu sila i efekata djelovanja sile. • Istražuje eksperimentalnim putem vezu između rezultujuće sile koja djeluje na tijelo i promjene impulsa tijela. • Rješava probleme u poznatom i nepoznatom kontekstu primjenom znanja o silama i njihovim efektima. • Kritički prosuđuje načine po kojima sile i njihovi efekti mogu doprinijeti rješavanju specifičnih problema u svakodnevnom životu. • Koristi I, II i III Njutnov zakon radi rješavanja teorijskih i praktičnih problema u kontekstu pravolinijskih i složenih kretanja.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 1.3.1.
Ključni sadržaji	
Newtonovi zakoni, slaganje i razlaganje sila, težina tijela, sila reakcije podloge, sila trenja, trenje klizanja i kotrljanja, strma ravan, elastična sila, napetost niti, centripetalna sila, princip nezavisnosti djelovanja sile, reaktivno kretanje.	

Preporuke za ostvarenje ishoda

O vezi između sile i kretanja se već učilo u osmom razredu osnovne škole. Ključna nadogradnja i produblјivanje znanja u nastavi srednje škole odnosi se na usloţnjavanje matematičkog aparata. Miskonceptije

- Na tijelo koje ima veću brzinu djeluje veća sila Svaki objekt se prije ili kasnije zaustavlja nakon što na njega prestanu djelovati sile Sile akcije i reakcije djeluju na jedno te isto tijelo.
- Ne postoji veza između Newtonovih zakona i kinematike.
- Sila trenja ne može djelovati u smjeru kretanja tijela.
- Na tijelo koje se kreće nuţno (tokom tog kretanja) djeluje sila.
- Pri mehaničkoj interakciji dva tijela, tijelo veće mase na tijelo manje mase djeluje većom silom.

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

B.I.5. Analizira i istraţuje kruţno kretanje tijela i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.

- Uspostavlja vezu između kinematičkih veličina kojim opisujemo translatorno i kruţno kretanje (pomak – ugaoni pomak, linijska brzina – ugaona brzina, ubrzanje – ugaono ubrzanje), te objašnjava potrebu uvođenja veličina koje opisuju kruţno kretanje.
- Eksperimentalno istraţuje i tumači ravnomjerno kruţno kretanje koristeći se klasičnim i/ili modernim tehnologijama (npr. digitalna video analiza stola za rulet).
- Izvodi i tumači pojam centripetalnog ubrzanja, povezujući ga s promjenom pravca brzine, dok tangencijalno ubrzanje povezuje s promjenom intenziteta brzine.
- Analizira ravnomjerno i ravnomjerno promjenjivo kruţno kretanje u kontekstu svakodnevice i tehnike.
- Rješava složene teorijske i praktične probleme u kontekstu kruţnog kretanja.
- Primjenjuje II Newtonov zakon na kruţno kretanje tijela u raznovrsnim kvalitativnim i kvantitativnim kontekstima.

Poveznice sa ZJNPP

FIZ 1.2.2. FIZ 1.3.1.

Ključni sadrţaji

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

Preporuke za ostvarenje ishoda

Sa opisom ravnomjerno kruţnog kretanja učenici se susreću već u osmom razredu osnovne škole. U srednjoj skoli treba fokus biti na istraţivanju i analiziranju i ravnomjernog i promjenjivog kruţnog kretanja. Kada je u pitanju kruţno kretanje, bitno je da učenici prepoznaju da centripetalna sila nije nikakva zasebna vrsta sile; to je rezultujuća sila koja djeluje prema centru krivine. Također, bitno je da uoče da tijelo koje izvodi ravnomjerno kruţno kretanje posjeduje ubrzanje. Karakteristike kretanja tijela koje se kreće po kruţnici zadržavaju se i nakon što na tijelo prestane djelovati centripetalna sila, učenici kroz problemsku situaciju trebaju prepoznati

da se tijelo nastavlja kretati u pravcu tangente na kružnicu (pravac vektora trenutne brzine poklapa se sa tangentom na kružnicu u odgovarajućoj tački). Kod ovih ishoda prednost uvijek treba dati stvarnim eksperimentima koje što češće trebaju izvoditi upravo učenici, a moguće je primjenjivati i video snimke kretanja i računarske simulacije. Kružno kretanje je moguće situirati u kontekst kretanja određenih nebeskih tijela (npr. planeta oko Sunca). Moguće je kreiranje značajnih poveznica sa nastavom Geografije (npr. kretanje Zemlje oko Sunca, GIS). Digitalne kompetencije se mogu unaprijediti kroz razmatranje GIS-a.

<p>B.I.6. Tumači pojam gravitacionog polja i primjenjuje Njutnov (Newton) zakon gravitacije.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Opisuje razlike između gravitacionog polja Zemlje i polja Zemljine teže. • Primjenjuje grafički metod kod predstavljanja jednostavnih i složenih kretanja u gravitacionom polju. • Analizira kvalitativnom i kvantitativnom metodom složena kretanja u gravitacionom polju. • Koristi Njutnov zakon gravitacije radi rješavanja kvantitativnih problema. • Prepoznaje gravitacione interakcije unutar Sunčevog sistema kao jedan od primjera međudjelovanja posredstvom polja, te tumači i primjenjuje Keplerove zakone. • Tumači kosmičke brzine, te izvodi izraze za prvu i drugu kosmičku brzinu. • Koristi informacione tehnologije radi prikupljanja podataka i opisivanja primjena vještačkih satelita u praksi.
---	--

Poveznice sa ZJNPP

FIZ 1.3.3.

Ključni sadržaji

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

Preporuke za ostvarenje ishoda

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

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

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

<p>B.I.7. Analizira rotaciono kretanje tijela i primjenjuje na primjerima iz svakodnevnice.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definiše osnovne veličine dinamike rotacionog kretanja, te uspoređuje dinamičke veličine kod translatornog i rotacionog kretanja. • Interpretira moment inercije kao mjeru inertnosti prilikom rotacionog kretanja. • Uspostavlja veze i odnose između impulsa i momenta impulsa. • Predstavlja grafičkom metodom dinamičke veličine kod translatornog i rotacionog kretanja. • Primjenjuje zakone dinamike translatornog i rotacionog kretanja za rješavanje problema i konceptualnih zadataka u poznatom i nepoznatom kontekstu.
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Analizira međuovisnost ukupnog momenta sile, momenta inercije (tromosti) i ugaonog ubrzanja tijela. • Analizira mehaničke pojave koristeći se neinercijalnim sistemom referencije.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 1.2.2. FIZ 1.3.1. FIZ 1.3.2.
Ključni sadržaji	
Moment inercije, moment impulsa, moment sile, analogija translatornog i rotacionog kretanja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>O obrtnom kretanju po prvi put se uči u nastavi fizike srednje škole. Mnoge miskoncepcije iz oblasti translatornog kretanja postoje u analognoj formi u oblasti obrtnog kretanja (npr. “ukoliko postoji konstantna ugaona brzina, postoji i moment sile koji ju održava”, “negativno ugaono ubrzanje znači usporavanje”). Za početak treba ukazati na sličnosti i razlike između kružnog kretanja materijalne tačke i obrtnog kretanja krutog tijela. Preporučljivo je poučavanje započeti ponavljanjem kinematike kružnog kretanja materijalne tačke, te na konkretnom primjeru pokazati da se iste veličine (npr. ugaoni pomak, ugaona brzina, ugaono ubrzanje) mogu koristiti i kod razmatranja obrtnog kretanja krutog tijela. Zatim se može preći na pitanje uzroka ugaonog ubrzanja, tj. na uvođenje momenta sile kao vektorske veličine koja ima intenzitet i smjer (npr. u kontekstu otvaranja odškrinutih vrata). Izraz za moment sile potrebno je primijeniti u zornim kontekstima, te diskutovati u svakom od konteksta o osi obrtanja i kraku sile. Najzad, je moguće razmatrati efekte djelovanja momenta sile u različitim kontekstima, s posebnim akcentom na moment sile koji proizvodi gravitaciona sila, te kontekst kotrljanja. Treba primijetiti da se dobar dio gradiva može obraditi kroz pažljivo povlačenje analogije sa translatornim kretanjem. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije : Moguće je ostvariti značajne poveznice sa Biologijom i Tjelesnim odgojem (npr. biomehanika, džudo). Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup : Moguće je razvijati svijest o značaju uvažavanja sigurnosnih propisa u građevinarstvu, te o vezama između fizike i inženjerstva, općenito. Svijest o primjenjivosti fizike u svakodnevnicima, moguće je također razvijati kroz razmatranje fizike obrtnog kretanja u kontekstu vožnje bicikla. Osim toga, kreativno-produktivna kompetencija se može razvijati kroz projekte koji uključuju dizajniranje i/ili izradu jednostavnih mehaničkih mašina.</p>	
B.I.8. Istražuje uslove ravnoteže tijela i analizira proste mehanizme.	<ul style="list-style-type: none"> • Navodi i opisuje razlike između statičke i dinamičke ravnoteže. • Razlikuje uslove ravnoteže za materijalnu tačku i čvrsto tijelo. • Izvodi uslove ravnoteže za različite proste mehanizme. • Izrađuje proste mehanizme i objašnjava princip njihovog rada. • Primjenjuje znanje o uslovima za statičku/dinamičku ravnotežu tijela, u konkretnim kvantitativnim i kvalitativnim primjerima, kao i u konkretnim složenijim primjerima. • Izlaže informacije o primjeni zakona statike u raznovrsnim kontekstima (npr. sigurnosni propisi pri konstrukciji i gradnji, biomehanika, sport). • Evaluira primjenu osnovnih zakonitosti statike u raznovrsnim kontekstima (npr. sport, biomehanika, te građevinska i mašinska industrija).
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 1.3.6.
Ključni sadržaji	
Ravnoteža krutog tijela, prosti mehanizmi.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Nakon obrade obrtnog kretanja, potrebno je kroz raznovrsne aktivnosti omogućiti utvrđivanje i produblivanje stečenog znanja u kontekstu statike i prostih mehanizama. Prosti mehanizmi se sada mogu obraditi na višem matematičkom nivou nego u osnovnoj školi. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije: Moguće je ostvariti značajne poveznice sa Biologijom i Tjelesnim odgojem (npr. biomehanika, džudo). Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski</p>	

<p>B.I.10. Koristi zakone očuvanja radi rješavanja fizikalnih problema i eksperimentalno ih istražuje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Navodi Zakon očuvanja mehaničke energije za različite sisteme posmatranja. • Primjenjuje zakon očuvanja energije u kombinaciji sa zakonom očuvanja impulsa radi kvantitativnog razmatranja sudara. • Koristi zakon očuvanja momenta impulsa u konkretnim kvalitativnim i kvantitativnim primjerima (npr. vrtnja klizačice). • Razlikuje konzervativne i nekonzervativne sile, te razlikuje pojmove sistema i okoline. i ukupnu energiju sistema od ukupne energije tijela. • Primjenjuje zakone očuvanja na poznatim primjerima iz svakodnevnog života. • Diskutuje uslove promjene energije, impulsa i/ili momenta impulsa sistema. • Rješava različite probleme iz svakodnevnog života primjenom zakona očuvanja. • Primjenjuje Zakon očuvanja energije na primjeru prostih i složenih kretanja u gravitacionom polju. • Analizira zakone očuvanja uz različite odabire izolovanog sistema.
<p>Poveznice sa ZJNPP</p>	<p>FIZ 1.3.5.</p>
<p>Ključni sadržaji</p>	
<p>Održanje ukupne mehaničke energije, impulsa i momenta impulsa.</p>	
<p>Preporuke za ostvarenje ishoda</p>	
<p>Očekuje se sistematska primjena zakona očuvanja energije, impulsa i momenta impulsa, te da razumijevanje veze između zakona o očuvanju energije i teorema o energiji i radu. Unutar ove tematske cjeline od suštinskog je značaja obezbijediti razumijevanje pojava fizikalnog sistema i okoline, kao i odgovarajuću podjelu na vanjske i unutrašnje sile (ili momente sila), te na konzervativne i nekonzervativne sile. Tek nakon što smo se uvjerali da se razumiju ove podjele, te da postoji sposobnost identificiranja sile u konkretnim situacijama, moguće je zahtijevati rješavanje fizikalnih problema polazeći od zakona očuvanja. Pri tome se snažno preporučuje demonstrirati da primjenjivost zakona očuvanja energije ovisi o izboru fizikalnog sistema; korisno je isti problem pokušati riješiti, kako na osnovu zakona očuvanja mehaničke energije, tako i na osnovu teorema o energiji i radu (za drugačiji izbor fizikalnog sistema). Preporučuje se eksperimentalno provjeriti zakon očuvanja energije na primjerima kretanja. Analizirati uslove zatvorenog i otvorenog sistema. U ovom odgojno-obrazovnom ishodu preporučuje se primjenjivati zadatke veće složenosti, kao i projekte kroz koje učenici provjeravaju npr. zakon očuvanja energije (Rolling coaster). Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije : Moguće je kreiranje poveznica sa Biologijom (npr. skladištenje energije kod čovjeka), Hemijom (npr. energija hemijske veze) i Tjelesnim odgojem (npr. ostvarivanje kalorijskog deficita). Također su moguće i poveznice sa Geografijom (npr. izbor prikladne lokacije za gradnju vjetroelektrane) i Historijom (npr. energetske resursi i mirovno pitanje). Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup: Moguće je odgojno djelovati u smjeru razvijanja životnih navika koje pogoduju očuvanju životne okoline. To se primjerice može postići kroz razvijanje svijesti o značaju štednje energije i korištenje alternativnih izvora energije (npr. rasprava o energetskim klasama različitih uređaja). Kreativno-produktivna i poduzetnička kompetencija se mogu razvijati kroz implementiranje projekta na temu energije i zaštite okoliša.</p>	

2. razred /70 nastavnih sati godišnje/

Oblast: D/Elektromagnetizam	
Ishod učenja	Razrada ishoda
D.II.1. Istražuje i primjenjuje međudjelovanje električnih naboja.	<ul style="list-style-type: none"> • Analizira historijski razvoj ideja o elektricitetu. • Opisuje međudjelovanje naboja. • Objašnjava zakon očuvanja električnog naboja i zakonitosti u elektrostatici. • Upoređuje Kulonov (Coulomb) zakon sa Njutnovim (Newton) zakonom gravitacije i koristi ga za rješavanje računskih problema. • Primjenjuje princip superpozicije radi određivanja rezultujuće električne sile u određenoj tački prostora. • Analizira elektrostatičke pojave kod živih organizama. • Primjenjuje zakone elektrostatičke na primjerima iz svakodnevnog života (npr. štampač, prskalica i slično). • Primjenjuje zakone elektrostatičke u tehnologiji (prečišćavači vazduha). • Diskutuje o procesima neelektrisanja i razelektrisanja u raznovrsnim kontekstima.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 3.1.1.
Ključni sadržaji	
Elektricitet, naboj (elementarni), proton, elektron, atom, zakon očuvanja naboja, električna permitivnost, elektrostatička sila (Coulombova sila), princip superpozicije, rezultantna sila,	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Preporučuje se pomoću oglada objasniti model naboja, proces naelektrisanja, zakon očuvanja naboja i druge pojave u elektrostatici koje je moguće izvesti. Moguće je koristiti kompjuterske simulacije ili snimljene oglede. Objasniti prirodne pojave statičkog elektriciteta (munja, elektrisanje kose, odjeće i slično). Povezati Coulombovu silu sa gravitacionom silom i naglasiti eksplicitno ograničenja Coulombovog zakona.	
D.II.2. Interpretira pojam električnog polja i analizira pojave i procese u elektrostatičkom polju.	<ul style="list-style-type: none"> • Opisuje električno polje analitički i grafički (crta linije polja tačkastog naboja, naelektrisane kugle, paralelnih ploča). • Razlikuje homogeno i radijalno električno polje, te tumači fizikalno značenje smjera i gustine linija električnog polja. • Razlikuje skalarne i vektorske veličine kojima opisujemo električno polje. • Određuje vektor električne sile na zadani tačkasti naboj u proizvoljnoj tački električnog polja. • Analizira kretanje naelektrisane čestice u homogenom električnom polju. • Opisuje promjenu električne potencijalne energije pri kretanju naelektrisanja u električnom polju. • Razlikuje električni potencijal od električnog napona, te uspostavlja vezu između električne potencijalne energije i električnog napona. • Primjenjuje princip superpozicije kod rješavanja problema električnog polja.

	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretira stvaranje razlike potencijala u električnom polju. • Analizira pojave električne influencije i polarizacije dielektrika. • Primjenjuje Zakon očuvanja energije u električnom polju kod rješavanja raznovrsnih problema. • Objašnjava pojam električnog kapaciteta i analizira princip rada kondenzatora i vezivanje kondenzatora.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 3.1.2.
Ključni sadržaji	
Električno polje (radijalno, homogeno), vektorsko polje, fizikalne veličine kojima opisujemo električno polje (jačina električnog polja, električni potencijal i napon), rad u električnom polju, električna potencijalna energija, električna influencija, polarizacija dielektrika, kapacitet provodnika, kondenzator, vezivanje kondenzatora, kretanje naelektrisanih čestica u električnom polju, katodna cijev.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Pomoću ogleđa uvesti i objasniti pojam električnog polja. Istaknuti da polje postoji neovisno o prisustvu probnog naboja. Grafički prikazati i rješavati principom superpozicije rezultatni vektor jačine električnog polja. Uvesti pojam potencijala kao svojstvo polja, preko pojma rada. Na primjeru u praksi objasniti kretanje naelektrisanih čestica u homogenom električnom polju. Moguće miskoncepcije su:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Naboj se u električnom polju uvijek kreće po liniji električnog polja. • Naboj se može pojaviti u bilo kojem iznosu. • Ne postoji nikakva povezanost između pojmova napon i električno polje. • Visok napon sam po sebi je opasan • Potrebno je djelovati silom kako bi se naboj pomjerao po ekvipotencijalnoj površi • Razlika potencijala postoji samo između ploča kondenzatora, a ne i (između tačaka) u prostoru između tih ploča. • Naboj se može slobodno kretati i kroz dielektrik kao što je staklo. <p>Preporuka za prevazilaženje miskoncepcija je kroz problemske situacije. Objasniti elektronvolt kao mjernu jedinicu.</p>	
D.II.3. Analizira pojavu proticanja električne struje u čvrstim tijelima, tečnostima i gasovima.	<ul style="list-style-type: none"> • Definiše osnovne veličine i zakone koji opisuju kola istosmjerne struje. • Analizira električnu provodnost čvrstih tijela, tečnosti i gasova. • Uspoređuje uslove potrebne za protjecanje prelazne i stalne struje. • Uspoređuje modele vođenja električne struje kroz čvrsta tijela, tečnosti i gasove. • Povezuje jačinu struje kroz tvar sa brzinom drifta nosioca naboja. • Tumači svojstvo otpornosti i analizira njegovu vezu sa temperaturom polazeći od modela građe tvari. • Analizira veze otpornika. • Uspoređuje efekte protjecanja električne struje u tečnostima, gasovima i čvrstim tijelima. • Objašnjava pojavu munje i princip rada gromobrana, te nudi odgovarajuće preporuke koje se tiču zaštite ličnog zdravlja i električnih uređaja.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 3.2.1.
Ključni sadržaji	
Električna provodnost čvrstih tijela, tečnosti i gasova, prelazna i stalna električna struja, istosmjerna i naizmjenična električna struja, jačina električne struje, drift brzina, električna otpornost i otpor, otpornici, serijsko, paralelno i kombinovano vezivanje otpornika.	

Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Koristeći model građe tvari objasniti zavisnost jačine struje od driftne brzine. Povezati primjere iz svakodnevnice za objašnjenje razlike između istosmjerne i naizmjenične struje. Moguće je koristiti kompjuterske simulacije ili stvarne oglede za analiziranje električne provodnosti i modela vođenja električne struje. Moguće miskonceptije su:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brzina usmjerenog kretanja elektrona kroz zatvoreno električno kolo jednaka je brzini svjetlosti. • Naboji usporavaju svoje kretanje pri prolasku kroz otpornik. • Između polova baterije ne protiče električna struja. • Što je veći otpornik, veći je njegov otpor. • Kolo se ne mora zatvoriti da bi kroz njega protekla električna struja. • Provodnik ne posjeduje električni otpor. • Naboji koji protiču kroz električno kolo potiču iz baterije. • Što je veća baterija, veći je i napon. <p>Preporuka za prevazilaženje miskonceptija je kroz problemske situacije. Istaknuti mjere zaštite u svakodnevnom životu.</p>	
<p>D.II.4. Sastavlja i evaluira strujna kola istosmjerne struje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prepoznaje osnovne elemente u kolima istosmjerne struje. Konstruiše jednostavna električna kola pri čemu mjeri jačinu struje i napon. • Opisuje tehničke primjene elektrolize. Sastavlja realna i virtualna (simulacije) kola istosmjerne struje na osnovu datih shema, te crta sheme složenih strujnih kola istosmjerne struje. • Tumači i primjenjuje Faradayeve zakone elektrolize kod rješavanja problema. • Eksperimentalno istražuje i opisuje naponsko-strujnu karakteristiku provodnika. • Kombinuje Ohmov i Joulov-Lenzov zakon (rad i snaga električne struje), te Kirchoffova pravila radi evaluiranja strujnih kola i rješavanja teorijskih i praktičnih problema. • Analizira princip rada instrumenata za mjerenje jačine i napona istosmjerne struje. • Kritički procjenjuje primjene strujnih kola istosmjerne struje u raznovrsnim kontekstima. • Dizajnira eksperiment za provjeru Omovog (Ohm) zakona za dio kola i cijelo kolo. • Dizajnira eksperiment za određivanje elektromotorne sile.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 3.2.2.
Ključni sadržaji	
<p>Istosmjerna električna struja, prosto i složeno strujno kolo, električni napon izvora, unutrašnji otpor izvora, vanjski otpor, Ohmov zakon za dio i cijelo strujno kolo, Kirchoffova pravila, Joule-Lenzov zakon, rad, snaga i energija električne struje</p>	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Podsticati učenike na samostalan rad i razvijanje kreativnosti prilikom sastavljanja strujnih kola. Moguće je primjenjivati Omov zakon na mješoviti spoj otpornika u električnom strujnom kolu, te odrediti snagu otpornika.</p>	
<p>D.II.5. Analizira svojstva poluprovodnika i njihovu primjenu u praksi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificira sličnosti i razlike između poluprovodnika, provodnika i izolatora, polazeći od modela građe tvari. • Razlikuje pojmove sopstvene provodnosti, n-provodnosti i provodnosti. • Kvalitativno opisuje osnovna svojstva superprovodnika i njihovu primjenu.

	<ul style="list-style-type: none"> • Analizira princip rada poluprovodničke diode, tranzistora i pojačala. Objašnjava efekte zagrijavanja i promjene osvijetljenosti poluprovodničke diode. • Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o raznovrsnim primjenama poluprovodnika u svakodnevnici i tehnici (npr. zaštita uređaja, LED, protuprovalni alarm, mjerenje temperature i intenziteta svjetlosti).
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 3.2.1. FIZ 3.2.2.
Ključni sadržaji	
Poluprovodnici, električna struja u poluprovodnicima, vlastita i primjesna vodljivost poluprovodnika, n-tip poluprovodnika, p-tip poluprovodnika, pn spoj, poluprovodnička dioda, tranzistor, pojačala.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ponoviti hemijske veze u čvrstim tijelima, energiju jonizacije, te povezati molekularno-kinetičku teoriju. Potrebno je što je moguće više koristiti kompjuterske simulacije ili stvarne modele.	
Oblast: D/Elektromagnetizam	
Ishod učenja	Razrada ishoda
D.II.6. Razmatra svojstva stalnih magneta i interpretira pojam magnetnog polja.	<ul style="list-style-type: none"> • Opisuje, istražuje i grafički prikazuje magnetno polje Zemlje. • Tumači vektorsku prirodu magnetnog polja. Tumači pojam elementarnog magneta. • Upoređuje električno i magnetno polje. • Primjenjuje koncept magnetnih domena za tumačenje feromagnetnih svojstava. (*, **) • Primjenjuje princip superpozicije magnetnih polja kod višestrukih izvora. (*, **) • Analizira ponašanje raznovrsnih materijala u magnetnom polju. (*, **) • Evaluira razlike u ponašanju tvari koje se nađu u magnetnom polju (dijamagneti, feromagneti, paramagneti), te analizira odgovarajuće primjene u praksi. (*, **)
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 3.3.1.
Ključni sadržaji	
Elementarni magneti, dija-, para- i feromagnetizam, veličine koje karakterišu magnetno polje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezati osnovna znanja iz geografije i svakodnevnog života u smislu magneta. Uvesti pojam magnetnog polja koristeći magnetnu iglu, po mogućnosti, kao indikator jačine i smjera magnetnog polja u određenoj tački prostora. Moguće je povezati magnetizam stalnih magneta i elektromagneta. Moguće miskonceptije su: <ul style="list-style-type: none"> • Elektricitet i magnetizam su dva neovisna fenomena. • Sjeverni i južni magnetni pol isto su što i pozitivno i negativno naelektrisanje. • Linije magnetnog polja uvijek izvire iz jednog i poniru u drugom magnetnom polu. • Magnetne polove je moguće izolovati . Preporuka za prevazilaženje miskonceptija je kroz problemske situacije. Objasniti karakteristike materijala i podjelu na feromagnete, dijamagnete i paramagnete koristeći kompjuterske simulacije, po mogućnosti.	
D.II.7. Primjenjuje znanje o magnetnim efektima električne struje i djelovanju magnetnog polja na naboj u kretanju.	<ul style="list-style-type: none"> • Opisuje ponašanje provodnika sa strujom u magnetnom polju. • Koristi izraze za magnetnu indukciju pravolinijskog provodnika, kružnog provodnika i solenoida, a radi rješavanja kvalitativnih i kvantitativnih problema.

	<ul style="list-style-type: none"> • Uspostavlja veze i odnose između Amperove i Lorentzove sile, te objašnjava kretanje naelektrisanih čestica u magnetnom polju. • Opisuje primjenu elektromagneta. Rješava fizikalne probleme koji uključuju razmatranje Amperove sile i Lorencove sile, kao i izraza za međudjelovanje paralelnih struja. • Analizira princip rada ciklotrona. (*, **) • Istražuje eksperimentalnim putem ponašanje provodnika sa strujom u magnetnom polju. • Istražuje eksperimentalnim putem međudjelovanje paralelnih provodnika. • Istražuje uticaj magnetnog polja električnih uređaja na zdravlje ljudi (odašiljači, dalekovodi). • Analizira primjenu magnetnih sila u svakodnevici i tehnici (elektromagnetne dizalice, ciklotron, elektromotor).
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 3.3.2.
Ključni sadržaji	
Magnetno polje pravolinijskog provodnika, kružnog provodnika i solenoida, Oerstedov ogled, Amperova sila, Lorentzova sila, djelovanje magnetnog polja na provodnik kojim teče struja, međudjelovanje provodnika sa strujom, kretanje naboja u magnetnom polju, ciklotron.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Izvesti ogled za Amperovu silu i primjenu Amperove sile u uređajima poput zvučnika, magnetnog diska... Izvesti Oerstedov ogled. Analizirati kretanje naboja u magnetnom polju pomoću kompjuterskih simulacija ili snimljenih oglada/videa (ubrzači čestica). Vezu magnetizma stalnih magneta i elektromagneta moguće je razvijati kroz razmatranje sila kojima neko vanjsko magnetno polje djeluje na okvir sa strujom, na sličan način kao što bi djelovalo i na stalni magnet. Moguće miskonceptije su:</p> <p>Magnetne sile mogu djelovati i na naboj u stanju mirovanja.</p> <p>Kada se naboji slobodno kreću oni se uvijek kreću ka jednom od polova magneta. Preporuka za prevazilaženje miskonceptija je kroz problemske situacije.</p>	
<p>D.II.8. Razmatra pojavu elektromagnetne indukcije i njenu primjenu u praksi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Navodi primjere primjene elektromagnetne indukcije. • Razlikuje međusobnu indukciju i samoindukciju, te ih kvalitativno tumači u konkretnim primjerima. • Opisuje različite načine na koje je moguće ostvariti promjenu magnetnog fluksa, te koristi Faradayev i Lenzov zakon radi rješavanja kvalitativnih i kvantitativnih problema. • Interpretira Faradayev zakon i Lenzovo pravilo kod elektromagnetne indukcije. • Rješava kvalitativnim i kvantitativnim putem probleme vezane za elektromagnetnu indukciju. • Tumači pojavu elektromagnetne indukcije na mikroskopskom nivou (razdvajanje naboja u provodniku). • Kritički evaluira historijska otkrića povezana sa elektromagnetnom indukcijom i njenu primjenu. Istražuje eksperimentalnim putem uticaj brzine promjene fluksa na indukovani napon. • Istražuje primjere primjene elektromagnetne indukcije u praksi (indukciona peć, detektor metala). • Analizira princip rada generatora, transformatora, i elektromotora, te objašnjava zašto se prilikom

	<p>prenosa električne energije koristi visoki napon. (*, **)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diskutuje iz perspektive fizike o složenom sistemu proizvodnje, prijenosa i potrošnje električne energije, ukazujući pri tome na društveni i privredni značaj optimiziranja procesa proizvodnje, prijenosa i potrošnje energije (u smislu ostvarivanja ušteda i očuvanja životne okoline). • Planira, implementira i predstavlja projekt iz oblasti elektromagnetizma (npr. model generatora).
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 3.3.3.
Ključni sadržaji	
Elektromagnetna indukcija, samoindukcija, međusobna indukcija, Faraday-ev zakon, Lenzovo pravilo, generator, transformator.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Podsticati učenike na kreativnosti i kritično razmišljanje, te zaključivanje prilikom demonstriranja što većeg broja situacija koje bi dovele do induciranja elektromotorne sile. Uvesti Lenzovo pravilo putem ogleada u kojem se ispituje međudjelovanje solenoida sa strujom i aluminijskog prstena okačenog uz otvor solenoida. Razmotriti stepen korisnog djelovanja električnih mašina. Moguće miskonceptije su:</p> <p>Indukcija napona ne zahtijeva vršenje rada. Napon se može generirati samo u zatvorenom električnom kolu.</p> <p>Preporuka za prevazilaženje miskonceptija je kroz problemske situacije. Objasniti ulogu transformatora pri prenosu električne energije.</p>	
D.II.9. Sastavlja i evaluira kola naizmjenične struje i njihovu primjenu u praksi	<ul style="list-style-type: none"> • Definiše osnovne veličine i zakone koji opisuju kola naizmjenične struje. • Analizira konceptualne razlike između istosmjerne i naizmjenične struje, uključujući i mehanizme njihovog dobijanja. • Interpretira značenje frekvencije i efektivne vrijednosti jačine naizmjenične struje. • Objasni prednosti i nedostatke naizmjenične i istosmjerne struje. • Prepoznaje osnovne elemente u kolima naizmjenične struje. • Konstruiše jednostavna kola naizmjenične struje. • Izvodi zaključke o naizmjeničnoj struji na osnovu datih grafikona (npr. tumači ovisnost trenutne jačine struje o vremenu). • Analizira konceptualne razlike između termogenog, induktivnog i kapacitivnog otpora, te tumači pojam električne impedanse. • Sastavlja realna i virtualna (simulacije) kola naizmjenične struje. • Analizira princip rada instrumenata za mjerenje jačine i napona naizmjenične struje. (*, **) • Tumači i računa aktivnu, reaktivnu i prividnu snagu kao i električnu impedansu. • Kvalitativno i kvantitativno opisuje aktivnu, reaktivnu i prividnu snagu kao i električnu impedansu. (*, **) • Primjenjuje zakone elektrodinamike kod rješavanja problema u kolima naizmjenične struje. (za **, *** samo do srednjeg nivoa složenosti)

	<ul style="list-style-type: none"> • Opisuje najbitnije karakteristike električne mreže u domaćinstvu i ukazuju na potencijalne opasnosti po zdravlje pojedinca. • Raspravlja o važnosti električne energije za društvo i privredu, argumentuje prednosti štednih sijalica i procjenjuje mjesečne troškove vezane za korištenje električne energije u sopstvenom domaćinstvu. (**)
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 4.2.1.
Ključni sadržaji	
Naizmjenična električna struja, svojstva i princip dobivanja, efektivne vrijednosti, maksimalne vrijednosti i trenutne vrijednosti napona i jačine električne struje, otpori u kolu naizmjenične struje, snaga naizmjenične struje, transformatori i generatori, prijenos električne energije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Uvesti pojam naizmjenične struje i jednostavnog električnog kola koje uključuje samo termogeni otpor. Analizirati u skladu sa mogućnostima RLC kolo, objašnjavajući serijsku i paralelnu vezu. Istaknuti značaj transformatora za sistem snabdijevanja električnom energijom. Preporučuje se razmatranje električnih kola u kontekstu domaćinstva, kao i tematika zaštite od strujnog udara i pružanja pomoći unesrećenom Preporučuje se pažnju posvetiti konceptualnom značenju kapacitivnog i induktivnog otpora, prije nego predemo na razmatranje oscilatornih kola.	
D.II.10. Analizira elektromagnetne oscilacije i talase i različite vidove njihove primjene praksi.	<ul style="list-style-type: none"> • Opisuje nastanak i širenje elektromagnetnih talasa. • Navodi primjere upotrebe elektromagnetnog talasa. • Opisuje svojstva (talasnu dužinu, frekvenciju, faznu razliku, brzinu) elektromagnetnih talasa. • Opisuje i tumači pretvaranja energije u električnom oscilatornom kolu. • Povezuje generisanje elektromagnetnih talasa sa ubrzavanjem naboja ili s promjenama na nivou atoma/jezgre. (*, **) • Analizira spektar elektromagnetnih talasa. Tumači matematička predstavljanja ravnog elektromagnetnog talasa. (*, **) • Analizira rad detektora elektromagnetnih talasa. (*, **) • Analizira mogućnosti prenosa energije putem elektromagnetnog talasa i različite vidove njihove primjene u praksi (npr. mikrovalna pećnica, rendgenski snimak, prenos informacija na daljinu). • Istražuje i diskutuje o problemu elektromagnetnog zagađenja i uticaju istog na čovjekovo zdravlje.
Poveznice sa ZJNPP	FIZ 4.2.1.
Ključni sadržaji	
Električno oscilatorno kolo, otvoreno i zatvoreno, dipol (antena), Thomsonova formula, elektromagnetni talasi, spektar elektromagnetnih talasa.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Važno je istaknuti da promjenom električnog polja inducira se magnetno i obratno. Po mogućnosti ilustrirati kroz simulaciju ili misaoni eksperiment. Potrebno je posebno obratiti pažnju na korektan način tumačenja ilustracije ravnog elektromagnetnog talasa.	

E/ UČENJE I PODUČAVANJE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

F/VREDNOVANJE U PREDMETNOM KURIKULUMU

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

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

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

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

Kada je riječ o korištenju seminarskih radova kao jednom od načina vrjednovanja postignuća, treba uzeti u obzir ne samo fizikalnu ispravnost prikazanih podataka, već i logičku strukturu rada te kvalitetu izlaganja i rasprave.

Što se tiče projektnih zadataka, možemo ih koristiti za poticanje učenja o metodi fizike (vrednovanje kao učenje) i za razvoj poduzetništva i komunikacijskih vještina kod učenika. Pri korištenju projektnih zadataka mogući kriteriji ocjenjivanja su: struktura, jasnoća i fizikalna ispravnost (sadržaj i naučni metod) pisanog teksta; kreativnost; kvaliteta prezentacije i rasprave. Različiti kognitivni procesi mogu se razvijati i podsticati i kroz eksperimentalne zadatke, u kojima možemo procijeniti pisani tekst o izvedenom eksperimentu, ali i kvalitetu rasprave o eksperimentalnim rezultatima.

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

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

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

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

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

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

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

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

G/PROFIL I STRUČNA SPREMA NASTAVNIKA

Nastavu fizike u školama srednjeg stručnog obrazovanja i obuke mogu izvoditi nastavnici koji su završili odgovarajući studij i stekli zvanje:

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

Nastavu fizike u stručnim školama mogu izvoditi i lica sa završenim:

- I (prvim) ciklusom odgovarajućeg studija visokog obrazovanja u trajanju od 3 godine (180 ECTS bodova) ili 4 godine (240 ECTS bodova), koja su stekla akademsku titulu odnosno stručno zvanje bachelor ili ekvivalent za određenu oblast;
- II (drugim) ciklusom odgovarajućeg studija visokog obrazovanja u trajanju od jedne godine (60 ECTS bodova) ili dvije godine (120 ECTS bodova) – ukupno 300 ECTS bodova sa bodovima prvog ciklusa, koja su stekla akademsku titulu i zvanje magistra ili ekvivalent za određenu oblast;
- III (trećim) ciklusom odgovarajućeg studija visokog obrazovanja u trajanju od tri (3) godine (180 ECTS bodova) koja su stekla akademsku titulu i naučno zvanje doktora ili ekvivalent za određenu oblast.

Nastavu fizike u srednjim tehničkim i srodnim školama mogu izvoditi i lica sa završenim:

- I (prvim) ciklusom odgovarajućeg studija visokog obrazovanja u trajanju od najmanje 4 godine (240 ECTS bodova), koja su stekla akademsku titulu odnosno stručno zvanje bachelor ili ekvivalent za određenu oblast,
- II (drugim) ciklusom odgovarajućeg studija visokog obrazovanja u trajanju od jedne godine (60 ECTS bodova) ili dvije godine (120 ECTS bodova) – ukupno 300 ECTS bodova sa bodovima prvog ciklusa, koja su stekla akademsku titulu i zvanje magistra ili ekvivalent za određenu oblast,
- III (trećim) ciklusom odgovarajućeg studija visokog obrazovanja u trajanju od tri (3) godine (180 ECTS bodova) koja su stekla akademsku titulu i naučno zvanje doktora ili ekvivalent za određenu oblast

Lica koja u toku studija nisu polagala ispite iz pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičke grupe predmeta, dužna su ove ispite položiti u roku od godinu dana od dana stupanja na posao nastavnici

