



CRNA GORA
ZAVOD ZA ŠKOLSTVO

MATEMATIČKA GIMNAZIJA

Predmetni program

FIZIKA

I, II, III i IV razred

Podgorica
2020.

SADRŽAJ

A. NAZIV PREDMETA.....	3
FIZIKA.....	3
B. ODREĐENJE PREDMETA.....	3
C. CILJEVI PREDMETA	3
D. POVEZANOST SA DRUGIM PREDMETIMA I MEĐUPREDMETNIM TEMAMA	4
E. OBRAZOVNO-VASPITNI ISHODI PREDMETA	5
I RAZRED.....	5
II RAZRED.....	12
III RAZRED	19
IV RAZRED	28
F. DIDAKTIČKE PREPORUKE ZA REALIZACIJU PREDMETA	34
G. PRILAGOĐAVANJE PROGRAMA DJECI SA POSEBNIM OBRAZOVNIM POTREBAMA I NADARENIM UČENICIMA	38
H. VREDNOVANJE OBRAZOVNO-VASPITNIH ISHODA	38
I. USLOVI ZA REALIZACIJU PREDMETA.....	40

A. NAZIV PREDMETA

FIZIKA

B. ODREĐENJE PREDMETA

a) Položaj, priroda i namjena predmetnog programa

Nastava fizike kao fundamentalne prirodne nauke razvija učeničke sposobnosti za proučavanje prirodnih pojava iz područja fizike, tako da se kroz nastavu fizike upoznaje i usvaja jezik, kao i metode koje se koriste pri proučavanju fizičkih pojava, upoznaju se glavni koncepti i teorije koje uokviruju naša saznanja o materijalnom svijetu.

Učenik¹ se upoznaje sa uticajem koji otkrića u fizici imaju na razvoj tehnologije i opšte slike o materijalnom svijetu, saznaje fizičke zakonitosti rada i djelovanja aparata i uređaja na koje svakodnevno nailazi. Nastava fizike zauzima istaknuto mjesto u višim misaonim procesima, naročito u razumijevanju i procjeni stvarnosti, podstiče učenika na istraživanje i objašnjavanje pojava u okolini i daje mu priliku da stekne znanje, razumijevanje, vrijednosti, gledišta, zainteresovanost i spretnost, potrebu za očuvanje i poboljšanje životne sredine.

Broj časova po godinama obrazovanja i oblicima nastave

Razred	Sedmični broj časova	Broj časova – obavezni dio	Broj časova – otvoreni dio	Ukupni broj časova	Teorijska nastava	Vježbe i ostali vidovi nastave
I	4	134	10	144	33-43%	57-67%
II	3	96	10	106	33-43%	57-67%
III	4	134	10	144	33-43%	57-67%
IV	4	124	8	132	33-43%	57-67%

C. CILJEVI PREDMETA

U nastavi fizike učenik treba da:

- sistematski sazna glavne fizičke koncepte i teorije koje uobličavaju naše poglede o prirodi;
- sistematski sazna značaj eksperimenta pri saznavanju i provjeravanju fizičkih zakonitosti;

¹ Svi izrazi koji se u ovom materijalu koriste u muškom rodu obuhvataju iste izraze u ženskom rodu.

- upozna značaj i neophodnost primjene znanja iz fizike za tehnološki razvoj i ovladavanje prirodom;
- sazna prirodu fizičkog mišljenja i njegov uticaj na razvitak opšte kulture;
- utvrdi pozitivan odnos prema prirodi, zavisnost od prirode i odgovornost za opstanak života na Zemlji;
- ovlada komunikacijom na području prirodnih nauka, a posebno fizike.

Nastava fizike kao jedna od temeljnih opšteobrazovnih predmeta u gimnaziji razvija uglavnom osnovne kompetencije u nauci i tehnologiji. Proučavanje i razumijevanje prirodnih procesa i pojava, kao što su temeljna znanja u području fizike, ima važnu ulogu u razvoju svih tehničkih disciplina, bitna je za uspješno razumijevanje pojava iz svakodnevnog života.

Bitni elementi ključnih kompetencija koje se razvijaju u nastavi fizike su razvoj kritičkog mišljenja, rješavanje problema, razvijanje kreativnosti, inicijativa, donošenje odluka, procjene rizika.

Nastava fizike omogućava usvajanje mnogih komponenti drugih ključnih kompetencija:

- matematičke sposobnosti se razvijaju prvenstveno korišćenjem matematičkih vještina za istraživanje prirodnih pojava i tumačenje pojava iz svakodnevnog života;
- kompetencije u području digitalne pismenosti razvijaju se kroz korišćenje savremene informatičke tehnologije, posebno u modeliranju pojava u interaktivnim računarskim animacijama i obradu rezultata mjerenja;
- komunikacija na maternjem jeziku razvija se prvenstveno kroz čitanje, pisanje, razumijevanje i komuniciranje;
- komunikacija na stranim jezicima razvija se uglavnom kroz korišćenje računarskih programa i interaktivne računarske animacije na stranom jeziku i korišćenje stranih štampanih i elektronskih izvora prilikom priprema izvještaja, radionica i istraživačkih zadataka;
- učenje učenja ostvaruje se kroz razvoj radnih vještina, samoučenje, planiranje sopstvene aktivnosti, odgovornosti za svoje znanje i samopouzdanje, vještine;
- socijalna kompetencija uključuje kompetencije u raznolikim grupnim oblicima rada u procesu učenja fizike.

D. POVEZANOST SA DRUGIM PREDMETIMA I MEĐUPREDMETNIM TEMAMA

Fizika kao dio prirodno-matematičke oblasti kurikulumu povezana je sa opšteobrazovnim predmetima (Hemija, Biologija i Geografija). Između prethodno navedenih predmeta i Fizike postoji vertikalno i horizontalno povezivanje nastavnih sadržaja čime se omogućuje pristup zajedničkim konceptima: energije i zakona održanja energije, kretanja, čestične građe supstancije i interakcije.

Fizika kao nauka često se koristi matematičkim znanjima za opis fizičkih zakona pa je zato važno uskladiti veze s matematičkom oblašću kurikulumu.

Za prikaz eksperimenata, njihovih simulacija, kao i obradu podataka mogu poslužiti digitalne tehnologije.

Povezanost s ostalim oblastima može se ostvariti kroz teme koje nadilaze sam sadržaj predmeta ili predstavljaju primjenu znanja fizike u nekoj drugoj oblasti, u obliku interdisciplinarnih projekata.

Problemi koje učenik rješava samostalnim istraživanjima u fizici utiču na razvoj odgovornosti za sopstveno učenje, a sadrže elemente inicijative i preuzimanja rizika. Uviđanje važnosti kreativnih inovacija za privredni razvoj i odgovornog ponašanja prema prirodi sastavni su dio ishoda učenja Fizike i doprinose usvajanju ishoda međupredmetnih tema Preduzetništvo i Održivi razvoj.

E. OBRAZOVNO-VASPITNI ISHODI PREDMETA

I RAZRED

Obrazovno-vaspitni ishod 1.1 (Fizičke veličine i njihovo mjerenje)

Na kraju učenja učenik će moći da izvrši jednostavnija mjerenja i procijeni grešku.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- razlikuje i tumači smisao pojmova: fizički sistem, fizička veličina, stanje fizičkog sistema, interakcija, fizička pojava, fizički zakon i fizički model;
- razlikuje hipotezu od naučne teorije;
- tumači da fizička veličina opisuje osobinu tijela ili pojave;
- vrijednost fizičke veličine izrazi brojnomo vrijednošću i jedinicom;
- nabroji osnovne fizičke veličine i njihove jedinice u SI sistemu;
- odredi jedinicu izvedene fizičke veličine na osnovu poznatih osnovnih jedinica i veze između fizičkih veličina;
- koristi prefikse (dekadne i decimalne faktore);
- analizira proces mjerenja;
- određuje apsolutnu, relativnu i procentualnu relativnu grešku mjerenja;
- odredi relativnu grešku indirektnog mjerenja za zbir, razliku, proizvod i količnik dvije direktno izmjerene veličine;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 1.1 (Fizičke veličine i njihovo mjerenje) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Fizički sistem, fizička veličina, stanje fizičkog sistema, interakcija, fizička pojava, fizički zakon. Fizički model, hipoteza i teorija, fizička veličina, jedinice SI, prefiksi jedinica, promjena fizičke veličine Δf , trenutak i interval vremena, mjerenje, srednja vrijednost rezultata mjerenja, apsolutna greška, relativna i procentualna greška, relativna greška indirektnog mjerenja za zbir, razliku, proizvod i količnik dvije direktno izmjerene veličine.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- na osnovu znanja iz fizike iz osnovne škole raspravljaju kako se koristi naučni metod i znanja iz fizike;

- diskutuju o pojmu „slobodno tijelo“ kao naučna idealizacija;
- pretvaraju jedinice fizičkih veličina iz većih u manje i obrnuto;
- ispravno upotrebljavaju jedinice fizičkih veličina (npr. za masu kilogram, a za težinu njutn);
- izvode jedinice izvedenih fizičkih veličina pomoću osnovnih;
- određuju promjenu fizičke veličine;
- vježbaju određivanje promjene u konkretnim primjerima;
- određuju relativnu grešku indirektnog mjerenja za zbir, razliku, proizvod i količnik dvije direktno izmjerene veličine;
- rade laboratorijsku vježbu „Mjerenje i greške mjerenja – određivanje površine“;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Fizičke veličine i fizički zakoni. Mjerenje fizičke veličine“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 10 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 1.2 (Kinematika)

Na kraju učenja učenik će moći da istražuje pravolinijsko, kružno i složeno translatorno kretanje materijalne tačke kao i rotaciono kretanje krutog tijela.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni da je mirovanje i kretanje tijela relativno;
- razlikuje pravolinijsko i krivolinijsko kretanje;
- objasni pojam materijalne tačke;
- objasni šta je referentni sistem;
- razlikuje vektor položaja i vektor pomjeraj i odredi vezu između vektora položaja i pomjeraja;
- odredi put i pomjeraj materijalne tačke na kraju intervala vremena;
- odredi normalnu projekciju pomjeraja (za ugao od 30, 45 i 60 stepeni između vektora i ose);
- razlikuje srednju i trenutnu brzinu;
- objasni šta je srednja putna brzina;
- objasni šta je srednja pomjerajna brzina;
- objasni šta je trenutna brzina;
- objasni pravac i smjer trenutne brzine;
- razlikuje ravnomjerno i neravnomjerno kretanje;
- objasni šta je pravolinijsko ravnomjerno kretanje i odredi put i brzinu pri ovom kretanju;
- analizira grafik zavisnosti koordinate od vremena;
- uporedi srednju i trenutnu brzinu pri pravolinijskom ravnomjernom kretanju;
- objasni šta je relativna brzina jednog tijela u odnosu na drugo tijelo (u slučaju kada se oba tijela kreću);
- tumači šta je ubrzanje i odredi ga;
- razlikuje pravolinijsko ubrzano, ravnomjerno i usporeno kretanje;
- prepoznaje da znak i vrijednost (projekcije) ubrzanja zavise od promjene brzine;
- objasni naziv pravolinijsko ravnomjerno ubrzano kretanje;
- objasni šta je početna brzina;
- analizira grafike zavisnosti ubrzanja, brzine i položaja od vremena i na osnovu datog jednog grafika crta preostala dva;
- odredi formule za brzinu i koordinatu i vezu među njima;
- objasni šta je ubrzanje slobodnog pada ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$), tj. ubrzanje Zemljine teže;
- odredi brzinu i put tijela koje slobodno pada;
- objasni kako se mijenja brzina padanja tijela u vazduhu;
- objasni vertikalni hitac naviše i naniže kao primjere pravolinijskih ravnomjerno ubrzanih

kretanja;

- odredi intervale vremena za koje tijelo prelazi karakteristične djelove putanje;
- odredi vektor brzine tijela u karakterističnim tačkama putanje;
- analizira složeno kretanje (horizontalni hitac) kao slaganje ravnomjerno ubrzanog i ravnomjernog kretanja;
- analizira složeno kretanje (kosi hitac) kao slaganje ravnomjerno ubrzanog i ravnomjernog kretanja;
- rastavi vektor brzine na komponente pri horizontalnom i kosom hucu;
- odredi domet, maksimalnu visinu, brzinu u različitim tačkama tokom kretanja, vrijeme leta;
- analizira ubrzanje kod krivolinijskog kretanja;
- razlikuje tangencijalno i normalno ubrzanje;
- analizira kada se javlja i od čega zavisi normalno (radijalno) ubrzanje materijalne tačke;
- odredi dužinu kružnog luka;
- objasni šta je linijska, a šta ugaona brzina;
- objasni šta su period i frekvencija;
- analizira kružno ravnomjerno kretanje;
- objasni definiciju ugaonog ubrzanja;
- odredi ugaonu brzinu pri kružnom ravnomjerno ubrzanom kretanju;
- odredi ugaono ubrzanje pri kružnom ravnomjerno ubrzanom kretanju;
- tumači šta je apsolutno kruto tijelo idealizovani objekat stalnog oblika i zapremine;
- razlikuje i definiše translatorno i rotaciono kretanje krutog tijela;
- objasni definiciju ugaonog ubrzanja;
- odredi pravac i smjer ugaone brzine i ugaonog ubrzanja pri rotacionom ravnomjerno ubrzanom kretanju tijela;
- objasni i primijeni analogiju veličina i formula za translatorno kretanje sa odgovarajućim veličinama i formulama za rotaciono kretanje;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 1.2 (Kinematika) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Mehaničko kretanje. Relativnost kretanja. Materijalna tačka. Referentni sistem. Vektor položaja. Pomjeraj. Put. Zakon položaja materijalne tačke. Srednja putna brzina. Srednja pomjerajna brzina. Trenutna brzina. Vektor trenutne brzine. Ravnomjerno i neravnomjerno kretanje. Pravolinijsko ravnomjerno kretanje. Grafik brzine i koordinate tijela u zavisnosti od vremena. Relativna brzina. Ubrzanje. Pravolinijsko kretanje sa stalnim ubrzanjem. Pravolinijsko ravnomjerno promjenljivo kretanje. Slobodni pad tijela. Pad tijela u vazduhu. Vertikalni hitac (naviše i naniže). Složeno kretanje. Horizontalni hitac, kosi hitac, kružno kretanje materijalne tačke, tangencijalno i normalno ubrzanje. Ugaoni pomjeraj i opisani ugao, ugaona brzina. Veza linijske i ugaone brzine. Kružno ravnomjerno kretanje. Kružno ravnomjerno ubrzano kretanje. Ugaono ubrzanje. Apsolutno kruto tijelo, Rotacija apsolutno krutog tijela oko nepokretne ose.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- navode primjere relativnosti kretanja;
- mjere put i pomjeraj materijalne tačke;
- određuju na konkretnim slučajevima vektore položaja na početku vremenskog intervala, vektore pomjeraja i vektore položaja na kraju tog vremenskog intervala;
- primjenom Pitagorine teoreme izračunavaju normalnu projekciju vektora brzine na osu sa kojom zaklapa ugao od 0° , 30° , 45° , 60° i 90° ;

- primjenom vrijednosti funkcije $\sin \alpha$ (ili $\cos \alpha$) izračunavaju normalnu projekciju vektora brzine na osu sa kojom zaklapa ugao od 0° , 30° , 45° , 60° i 90° ;
- izračunavaju srednju brzinu, objašnjavaju pojam trenutne brzine pomoću srednje brzine u vrlo kratkom vremenskom intervalu;
- daju primjere ravnomjernog ubrzanog i ravnomjernog usporenog kretanja;
- određuju ubrzanje na raznim primjerima tako da dolaze do pojma negativnog ubrzanja;
- crtaju grafičku zavisnost koordinate, brzine i ubrzanja od vremena za pravolinijska ravnomjerna i ravnomjerno ubrzana kretanja;
- koristeći samo grafik (ne i formule) određuju brzinu i ubrzanje kao nagib prave sa grafika $x(t)$ i $v(t)$, te pređeni put i promjenu brzine sa grafika $v(t)$ i $a(t)$ kao površinu ispod grafika;
- na osnovu datog grafika $x(t)$ ili $v(t)$, određuju ostale grafike za dato kretanje;
- izračunavaju relativnu brzinu,
- daju primjere ravnomjernog ubrzanog i ravnomjernog usporenog kretanja;
- analiziraju ubrzanje kod krivolinijskog kretanja, kao posljedica promjene pravca vektora brzine;
- razlažu ubrzanje na tangencijalno i normalno;
- u jednoj tabeli klasifikuju mehanička kretanja na 4 tipa kretanja (po obliku putanje i konstantnosti intenziteta brzine) i za svaki tip kretanja određuju vrijednosti i promjene intenziteta brzine i tangencijalnog i normalnog ubrzanja;
- određuju odnos (pravac i smjer) vektora brzine i ubrzanja pri ravnomjerno ubrzanom i ravnomjerno usporenom kretanju;
- određuju brzinu i put tijela koja slobodno padaju;
- pronalaze iz literature podatke o eksperimentima G. Galileja (klizanje tijela niz strmu ravan, pad tijela sa tornja), R.Bojla (pad tijela u vakuumiranoj cijevi) i K. Hajgensa (određivanje ubrzanja g u blizini Zemlje);
- opisuju vertikalni hitac uz demonstraciju; korišćenjem zakona vertikalnog hica naniže i naviše određuju nepoznate veličine;
- rastavljaju vektor brzine na komponente, određuju komponente vektora brzine pri horizontalnom i kosom hicu;
- određuju domet, maksimalnu visinu i vrijeme leta;
- na primjeru horizontalnog i kosog hica razlažu vektor ubrzanja na tangencijalnu i normalnu komponentu;
- izračunavaju dužinu kružnog luka ako znaju ugao i poluprečnik;
- određuju frekvenciju ako znaju period i obrnuto;
- navode primjere kružnog ravnomjernog kretanja;
- izvode zavisnost linijske i ugaone brzine;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- demonstriraju primjere translatornog i rotacionog kretanja;
- crtaju vektore brzine i ubrzanja kod ravnomjerne rotacije krutog tijela;
- po analogiji sa veličinama i formulama za translatorno kretanje, određuje odgovarajuće veličine i formule za rotaciono kretanje;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka

c) Broj časova realizacije (okvirno): 40 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 1.3 (Dinamika)

Na kraju učenja učenik će moći da primjenjuje Njutnove zakone i zakon održanja impulsa za rešavanje pojedinih mehaničkih problema i opisivanje translacionog i rotacionog kretanja krutog tijela.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni šta je slobodno (izolovano) tijelo i slobodna materijalna tačka;
- objasni šta je inercijalni sistem referencije;
- razlikuje geocentrični i heliocentrični sistem referencije;
- primijeni Galilejeve transformacije koordinata;
- primijeni klasični zakon sabiranja brzina;
- tumači Galilejev princip relativnosti;
- objasni sadržaje 1. Njutnovog zakona;
- tumači da promjena brzine (intenziteta ili pravca) pokazuje postojanje ili odsustvo spoljašnjeg djelovanja;
- objasni šta je sila;
- tumači da je masa mjera inertnosti tijela;
- objasni sadržaje 2. Njutnovog zakona i primijeni ga;
- odredi vezu jedinice za silu sa osnovnim jedinicama za vrijeme, dužinu i masu;
- objasni princip superpozicije sila;
- objasni sadržaje Njutnovog zakona o akciji i reakciji;
- objasni šta je neinercijalni sistem referencije;
- odredi silu inercije u neinercijalnom sistemu referencije;
- analizira neinercijalni sistem koji se kreće pravolinijski stalnim ubrzanjem;
- analizira neinercijalni sistem koji rotira stalnom ugaonom brzinom;
- objasni šta je impuls tijela;
- izrazi 2. Njutnov zakon pomoću promjene impulsa;
- objasni sadržaje opšteg oblika zakona održanja;
- objasni sadržaje zakona održanja impulsa;
- analizira reaktivno kretanje;
- analizira kretanje centra mase;
- objasni Keplerove zakone;
- primijeni Keplerove zakone;
- objasni Njutnov zakon gravitacije;
- primijeni Njutnov zakon gravitacije;
- tumači rezultate Kevendišovog oglada;
- objasni jačinu gravitacionog polja;
- tumači silu teže kao gravitacionu silu kojom Zemlja privlači tijelo;
- analizira zavisnost ubrzanja slobodnog pada od visine tijela iznad površi Zemlje;
- razlikuje plastičnu i elastičnu deformaciju;
- odredi silu normalne reakcije podloge, silu zatezanja niti i težinu tijela;
- objasni sadržaje Hukovog zakona i ograničenost njegovog važenja;
- razlikuje trenje mirovanja, trenje klizanja i trenje kotrljanja;
- odredi silu trenja;
- primjenom Njutnovih zakona odredi težinu tijela u liftu koji se kreće ubrzano;
- primjenom Njutnovih zakona odredi ubrzanje tijela po hrapavoj ravnoj podlozi kada na tijelo djeluje konstantna sila usmjerena pod ostrim uglom prema horizontu;
- analizira moment inercije krutog tijela;
- primijeni Štajnerovu teoremu;

- odredi moment sile;
- izračuna moment impulsa;
- opisuje vezu između momenta impulsa, momenta inercije i ugaone brzine krutog tijela;
- analizira zakon održanja momenta impulsa jednog tijela i sistema tijela;
- upoređuju rotaciju tijela oko nepokretne ose i oko ose koja se kreće translatorno;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 1.3 (Dinamika) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Slobodno tijelo, inercijalni sistem referencije, Galilejeve transformacije koordinata, klasični zakon sabiranja brzina, Galilejev princip relativnosti, Prvi Njutnov zakon. Drugi Njutnov zakon, sila, masa, ubrzanje, princip superpozicije sila, Treći Njutnov zakon. Neinercijalni sistemi referencije, impuls tijela, promjena impulsa tijela, impuls sile. Zakon održanja impulsa, izolovani sistem. Unutrašnje i spoljašnje sile, reaktivno kretanje. Centar mase (inercije), kretanje centra mase, Keplerovi zakoni, gravitaciona sila. Određivanje gravitacione konstante, jačina gravitacionog polja, sila teže. Ubrzanje slobodnog pada, težina tijela, bestežinsko stanje, sila elastičnosti, mehanički model kristala, sila normalne reakcije podloge, sila zatezanja niti, mehaničke deformacije tijela; Hukov zakon. Težina tijela, sila trenja, koeficijent trenja, primjeri primjene Njutnovih zakona. Primjeri primjene zakona održanja impulsa, moment sile, moment inercije materijalne tačke. Moment inercije krutog tijela, Štajnerova teorema, Osnovni zakon dinamike rotacionog kretanja, Zakon održanja momenta impulsa jednog tijela i sistema tijela. Rotacija tijela oko nepokretne ose i oko ose koja se kreće translatorno.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- daju primjere pojave inercije;
- analiziraju pomjeranje suda sa vodom u kojoj pliva parče drveta;
- upoređuju brzinu čovjeka u podne i u ponoć u heliocentričnom sistemu referencije;
- izvode izraz za transformacije koordinata;
- uz pomoć nastavnika, izvode izraz za sabiranje brzina;
- procjenjuju gdje je tačnije primijeniti prvi Njutnov zakon: u geocentričnom ili heliocentričnom sistemu referencije;
- eksperimentalno potvrđuju zakon inercije (izvlačenje papira ispod novčića i sl.);
- eksperimentima dolaze do zaključka da se tijelo može kretati bez spoljašnje interakcije, koristeći 2. Njutnov zakon određuju nepoznate veličine;
- mjere masu tijela;
- posmatraju udarac lopte o zid i dolaze do zaključka da je promjena brzine lopte istog pravca kao i sila koja je djelovala na loptu;
- primjenjuju 2. Njutnov zakon za kretanja tijela bez početne brzine i sa početnom brzinom;
- posmatraju i analiziraju sudar dvije jednake loptice od plastelina (određuju promjene brzina i sile);
- analiziraju primjere akcije i reakcije (uzmak i sl.) i određuju sile akcije i reakcije;
- opisuju i analiziraju ubrzanje, i ispunjenost III Njutnovog zakona za loptu obješenu o nit kada se taj sistem kreće pravolinijski ubrzano i kada rotira oko vertikalne ose;
- izvode jedinicu za impuls;
- određivanjem promjene impulsa dolaze do izraza za impuls sile;
- dolaze do formulacije 2. Njutnovog zakona pomoću promjene impulsa;
- u raznim slučajevima pomoću zakona održanja impulsa nalaze nepoznate veličine;
- posmatraju i analiziraju sudare tijela;
- određuju brzinu i ubrzanje centra mase za dva i više tijela;

- izučavaju osobine elipse;
- rješavaju zadatke primjenom Keplerovih zakona;
- rješavaju zadatke primjenom Njutnovog zakona gravitacije;
- analiziraju tablicu ubrzanja slobodnog pada za planete Sunčevog sistema;
- određuju izraz za 1. kosmičku brzinu;
- demonstriraju plastične i elastične deformacije;
- upoznaju se sa silom elastičnosti i mehaničkim modelom kristala;
- upoznaju se sa silom normalne reakcije podloge i silom zatezanja niti;
- izračunavaju apsolutno istezanje i silu i crtaju grafičku zavisnost ove dvije veličine;
- analiziraju koeficijente trenja mirovanja i klizanja za nekoliko materijala;
- rješavaju zadatke primjenom Njutnovih zakona;
- rješavaju zadatke primjenom zakona održanja impulsa;
- izračunavaju moment inercije za pravilna geometrijska tijela;
- uvježbavaju primjenu Štajnerove teoreme;
- demonstriraju uticaj kraka sile kod rotacionog kretanja;
- koristeći analogije i poznavanje izraza dinamike translacionog kretanja pišu izraze rotacionog kretanja;
- koristeći zakon održanja momenta impulsa određuju nepoznate veličine;
- koristeći zakon održanja momenta impulsa izvode II Keplerov zakon;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Dinamika“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje ubrzanja pravolinijskog ravnomjerno ubrzanog kretanja (Atvudova mašina)“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje koeficijenta trenja mirovanja i trenja klizanja korišćenjem strme ravni“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 56 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 1.4 (Statika)

Na kraju učenja učenik će moći da analizira uslove ravnoteže tijela.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni slaganje paralelnih sila istog smjera koje djeluju na kruto tijelo;
- objasni slaganje paralelnih sila suprotnih smjerova koje djeluju na kruto tijelo;
- tumači šta je spreg sila;
- objasni šta je težište tijela;
- tumači uslove ravnoteže materijalne tačke i krutog tijela u inercijalnom sistemu referencije;
- tumači da je poluga u ravnoteži kada je ukupni moment sila jednak nuli;
- analizira stabilnost ravnoteže;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 1.4 (Statika) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Slaganje i razlaganje sila koje djeluju na materijalnu tačku ili kruto tijelo. Spreg sila. Težište tijela. Uslovi ravnoteže materijalne tačke i krutog tijela u inercijalnom sistemu referencije. Stabilnost ravnoteže.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- uvježbavaju slaganje i razlaganje sila;

- određuju težište tijela u konkretnim primjerima;
- primjenjuju znanje o spregu sila u konkretnim primjerima;
- upotrebljavaju uslove ravnoteže tijela kod poluge, klackalice itd.;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Statika“

c) Broj časova realizacije (okvirno): 10 časova.

II RAZRED

Obrazovno-vaspitni ishod 2.1 (Rad i mehanička energija)

Na kraju učenja učenik će moći da istražuje i primjenjuje Zakon o održanju energije.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni pojam rada, jedinicu za rad, tumači kada je rad pozitivan, negativan ili jednak nuli;
- odredi rad sile reakcije podloge, sile trenja i sile teže;
- tumači da je snaga brzina vršenja rada;
- odredi snagu pri pravolinijskom kretanju;
- objasni šta je konzervativna sila;
- objasni šta je potencijalna energija tijela u gravitacionom polju;
- objasni šta je potencijalna energija tijela pri elastičnoj interakciji;
- objasni kako se, na osnovu potencijalne krive, odredi sila koja djeluje na tijelo i granice kretanja tijela;
- objasni šta je kinetička energija tijela;
- izvede izraz za kinetičku energiju;
- izvede izraz za zaustavni put;
- navede i objasni izraze za kinetičku energiju, rad i snagu kod rotacionog kretanja;
- objasni šta je ukupna mehanička energija;
- objasni šta je konzervativan sistem;
- objasni zakon održanja ukupne mehaničke energije;
- primijeni zakon održanja ukupne mehaničke energije;
- objasni sadržaje zakona održanja energije;
- primijeni zakon održanja energije;
- objasni šta je apsolutno neelastičan sudar;
- objasni šta je apsolutno elastičan sudar;
- primijeni zakon održanja impulsa i zakon održanja energije pri apsolutno neelastičnom sudaru;
- primijeni zakon održanja impulsa i zakon održanja mehaničke energije pri apsolutno elastičnom sudaru;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 2.1 (Rad i mehanička energija) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Rad sile pri kretanju materijalne tačke i translatornom kretanju apsolutno krutog tijela. Snaga, srednja snaga i trenutna snaga, potencijalna energija, konzervativna sila. Gravitaciona potencijalna energija, potencijalna energija elastičnosti, potencijalna kriva. Kinetička energija,

teorema o radu i kinetičkoj energiji, kinetička energija, rad i snaga kod rotacionog kretanja, Zakon održanja mehaničke energije, apsolutno neelastičan sudar. Apsolutno elastičan sudar.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- guraju tijela po podlozi i posmatraju dalje kretanje tijela do zaustavljanja;
- mjere rad pri podizanju tijela obješenog o kraj dinamometra;
- mjere snagu pri podizanju tijela obješenog o kraj dinamometra;
- provjeravaju da li je sila teže konzervativna sila;
- određuju rad sile elastičnosti;
- na osnovu proizvoljne potencijalna krive, određuju silu koja djeluje na tijelo i granice kretanja tijela;
- analiziraju rad konstantne sile i određuju izraz za kinetičku energiju;
- koriste određivanje zaustavnog puta u različitim primjerima;
- analiziraju podatke za zaustavni put automobila na suvom i vlažnom asfaltu pri različitim početnim brzinama;
- po analogiji veličina i izraza za translatorno i rotaciono kretanje, dolaze do izraza za kinetičku energiju, rad i snagu kod rotacionog kretanja i primjenjuju ih u konkretnim primjerima;
- analiziraju tablicu vrijednosti energije fizičkih objekata i pojava (od molekula vazduha na sobnoj temperaturi do zračenja radiogalaksije);
- određuju izraz za 2. kosmičku brzinu;
- analiziraju klizanje tijela niz strmu ravan i zaustavljanje na horizontalnoj podlozi;
- uvježbavaju primjenu zakona održanja impulsa, zakona održanja mehaničke energije i zakona održanja energije pri apsolutno neelastičnom i apsolutno elastičnom sudaru;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Rad i mehanička energija“;
- rade laboratorijsku vježbu „Provjera zakona održanja mehaničke energije“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 24 časa.

Obrazovno-vaspitni ishod 2.2 (Elementi mehanike fluida)

Na kraju učenja učenik će moći da primjenjuje zakone statike i dinamike fluida.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- tumači Paskalov zakon;
- izvede izraz za hidrostatički pritisak;
- objasni "hidrostatički paradoks";
- mjeri pritisak pomoću manometra;
- tumači atmosferski pritisak;
- izvede izraz za silu potiska;
- tumači Arhimedov zakon i primijeni ga;
- objasni pojmove strujna linija i strujna cijev;
- razlikuje laminarno i turbulentno kretanje tečnosti;
- objasni šta je zapreminski protok tečnosti;

- izvede jednačinu kontinuiteta;
- izvede Bernulijevu jednačinu;
- objasni primjene Bernulijeve jednačine (Toričelijeva teorema, Pitoova cijev, Venturijeva cijev);
- tumači silu reakcije mlaza;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 2.2 (Elementi mehanike fluida) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Pritisak, atmosferski pritisak, hidrostatički pritisak, Paskalov zakon, zakon spojenih sudova. Sila potiska, Arhimedov zakon, strujna linija, strujna cijev, jednačina kontinuiteta. Bernulijeva jednačina, primjeri primjene Bernulijeve jednačine (Toričelijeva teorema, Pitoova cijev, Venturijeva cijev), sila reakcije mlaza.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- pokazuju da je pritisak tečnosti isti u svim smjerovima na istoj dubini;
- upoređuju pritiske tečnosti na različitim dubinama;
- upoređuju pritiske različitih tečnosti na istim dubinama;
- analizom sila potiska na tijelo, izvode Arhimedov zakon;
- primjenom zakona održanja mehaničke energije, izvode Arhimedov zakon;
- primjenjuju Arhimedov zakon;
- izvode oglede sa proticanjem tečnosti kroz cijevi različitih poprečnih presjeka;
- opisuju (laminarno i turbulentno) proticanje krvi prilikom mjerenja krvnog pritiska;
- primjenom zakona održanja energije dolaze do izraza za Bernulijevu jednačinu;
- analiziraju primjene Bernulijeve jednačine (Toričelijeva teorema, Pitoova cijev, Venturijeva cijev);
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Elementi mehanike fluida“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje gustine čvrstih i tečnih tijela (piknometar, hidrostatička vaga, hidrometar, Morova vaga)“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 16 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 2.3 (Osnove molekularno-kinetičke teorije)

Na kraju učenja učenik će moći da primjenjuje osnovne zakone molekularno-kinetičke teorije, model i zakone idealnog gasa.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni i koristi atomsku jedinicu mase;
- objasni šta je molarna masa;
- tumači odnos mase atoma i molekula sa atomskom jedinicom mase;
- objasni šta je mol;
- objasni šta predstavlja Avogadrov broj;
- opisuje molekularnu strukturu vode;

- tumači da agregatna stanja supstancije zavise od spoljašnjih uslova;
- objasni šta je idealni gas;
- tumači koji su mikroskopski i makroskopski parametri sistema velikog broja čestica;
- odredi statističke intervale i srednju vrijednost fizičke veličine;
- objasni Maksvelov zakon raspodjele molekula po brzinama;
- tumači srednju, najvjerovatniju i srednju kvadratnu brzinu molekula;
- tumači vezu srednje kinetičke energije i apsolutne temperature;
- pretvori vrijednosti temperature iz celzijusovske u kelvinovsku skalu i obrnuto;
- objasni fizičke aspekte difuzije;
- tumači članove u osnovnoj jednačini kinetičke teorije gasova;
- tumači Daltonov zakon parcijalnih pritisaka;
- izvede jednačinu stanja idealnog gasa (polazeći od osnovne jednačine kinetičke teorije gasova);
- tumači Avogadrov zakon;
- objasni sadržaje zakona idealnog gasa (Bojl-Mariotov, Gej-Lisakov i Šarlov) izražene pomoću apsolutne temperature;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitanog ishoda 2.3 (Osnove molekularno-kinetičke teorije) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitanog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Osnovni pojmovi i definicije molekularne strukture supstancije, atom. Molekul. Količina supstancije. Avogadrov broj. Molarna masa, struktura gasovitih, tečnih i čvrstih tijela, idealni gas, statistički metod, makroskopski i mikroskopski parametri sistema velikog broja čestica, raspodjela molekula po brzinama, Šternov i Lamertov eksperiment. Brzine čestica gasa, temperatura i srednja kinetička energija molekula. Difuzija, osnovna jednačina kinetičke teorije gasova, Daltonov zakon. Jednačina stanja idealnog gasa, Avogadrov zakon, izoprocesi, zakoni izoprocesa.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- upoznaju se sa strukturom atoma;
- tumače oznaku hemijskog elementa ${}^A_Z X$;
- korišćenjem Periodnog sistema (relativne atomske mase) određuju molarnu masu elementa;
- izračunavaju zapreminu koju bi imali N_A zrna pirinča i sl.;
- opisuju agregatna stanja supstancija;
- upoznaju se sa osnovnim pretpostavkama modela idealnog gasa;
- upoznaju statistički metod proučavanja idealnog gasa;
- određuju statistički interval za fizičku veličinu (ili starost učenika jednog odjeljenja II razreda i srednju vrijednost starosti za učenike četiri razreda);
- analiziraju funkciju raspodjele;
- proučavaju Šternov i Lamertov eksperiment;
- iz izraza za srednju kinetičku energiju molekula izvode izraz za srednju kvadratnu brzinu;
- izvode Fikov zakon;
- analiziraju primjere koji ilustruju rezultat atmosferskog pritiska („Magdeburške polulopte“, limenka iz koje je isisan vazduh, djelovanje na živa bića, ...);
- primjenjuju Daltonov zakon;
- postupnom analizom modela idealnog gasa dolaze do jednačine koja opisuje stanje idealnog gasa;
- prikazuju izo-procese u različitim koordinatnim sistemima ($p-V$, $p-T$, $V-T$);

- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Osnove molekularno-kinetičke teorije“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 20 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 2.4 (Osnove termodinamike)

Na kraju učenja učenik će moći da analizira termodinamičke zakone i sisteme.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni čemu je jednaka unutrašnja energija idealnog gasa;
- objasni da se zagrijavanjem tijela njegova unutrašnja energija povećava, a hlađenjem smanjuje;
- tumači šta je količina toplote;
- tumači rad gasa pri izoprocesima idealnog gasa;
- objasni sadržaje prvog zakona termodinamike;
- primijeni prvi princip termodinamike pri izoprocesima i pri kružnom procesu;
- razlikuje toplotni kapacitet u izohorskom i u izobarskom procesu;
- izračuna specifični toplotni kapacitet;
- analizira adijabatski proces;
- razlikuje povratne i nepovratne procese;
- tumači difuziju kao primjer nepovratnog procesa;
- tumači najmanje dvije formulacije drugog zakona termodinamike;
- pokazuje zašto su hladnjak i grijač neophodni za ciklično vršenje mehaničkog rada toplotnog motora;
- odredi koeficijent korisnog dejstva toplotnog uređaja;
- pokazuje da je uvijek koeficijent korisnog dejstva manji od jedinice;
- tumači uticaj toplotnih motora na kvalitet životne sredine;
- objasni rad uređaja za hlađenje;
- odredi koeficijent hlađenja;
- objasni Karnoov ciklus kao kružni termodinamički proces;
- odredi koeficijent korisnog dejstva Karnoovog ciklusa;
- objasni vezu entropije i II zakona termodinamike;
- tumači zašto su toplotni procesi nepovratni;
- objasni vezu entropije i termodinamičke vjerovatnoće;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 2.4 (Osnove termodinamike) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Unutrašnja energija (jednoatomskog i dvoatomskog) idealnog gasa, promjena unutrašnje energije (rad i toplotna razmjena), rad gasa pri širenju i sabijanju gasa, rad gasa u izoprocesima, Prvi zakon termodinamike, Prvi zakon termodinamike i izoprocesi, Prvi zakon termodinamike i kružni proces, toplotni kapacitet (u izohorskom i izobarskom procesu). Specifični toplotni kapacitet, molarni toplotni kapacitet, adijabatski proces, Poasonova jednačina adijabate, Drugi zakon termodinamike, smjer toplotnih procesa, difuzija. Statističko tumačenje II zakona termodinamike, toplotni motori, rad koji izvrši toplotni motor, KKD toplotnog ciklusa, toplotni motori i očuvanje životne sredine, uređaji za hlađenje, Karnoov ciklus, entropija, statistički smisao II zakona termodinamike.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- izvode oglede pri kojima radom i razmjenom toplote dolazi do promjene unutrašnje energije

(trljaju tijela jedno o drugo, griju bakarnu žicu i sl.);

- određuju rad gasa u izotermnom, izobarskom i izohorskom procesu;
- analiziraju primjenu prvog zakona termodinamike u izotermnom, izobarskom i izohorskom procesu;
- rješavaju zadatke u vezi sa toplotnim kapacitetom;
- na osnovu proučavanja adijabatskog procesa i korišćenja literature, analiziraju Poasonovu jednačinu adijabate;
- posmatraju pojavu difuzije;
- navode povratne i nepovratne procese;
- određuju smjer nepovratnih procesa;
- polazeći od definicije KKD, dokazuju da je uvijek koeficijent korisnog dejstva manji od jedinice;
- analiziraju tablicu vrijednosti KKD toplotnih motora (od 1 % kod prve parne mašine do 47 % kod raketnog motora na tečnom gorivu);
- pišu seminarske radove i prezentuju radove na temu „Toplotni motori i očuvanje životne sredine“;
- pišu seminarske radove i prezentuju radove na temu „Uređaji za hlađenje“;
- posmatraju i analiziraju računarsku simulaciju Karnoovog ciklusa;
- korišćenjem raznobojnih kuglica i staklenih posuda, ilustruju i tumače II zakon termodinamike sa mikroskopskog stanovišta;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Osnove termodinamike“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje specifičnog toplotnog kapaciteta čvrstih tijela“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 17 časova.

Obrazovno-vaspiti ishod 2.5 (Molekularna teorija čvrstih tijela i tečnosti. Fazni prelazi)

Na kraju učenja učenik će moći da primjenjuje model čestične gradje supstancije i analizira fazne prelaze.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- analizira potencijalnu krivu međumolekularne interakcije;
- upoređuje koeficijent stišljivosti za gasove, tečna i čvrsta tijela;
- objasni toplotno širenje tijela i njihovu primjenu;
- analizira toplotnu promjenu gustine tijela;
- objasni mikroskopsko tumačenje toplotnog širenja;
- navede anomaliju vode i promjenu njene gustine pri različitim temperaturama;
- razlikuje monokristale i polikristale;
- objasni pojam „kristalna rešetka“ i različite tipove kristalne rešetke;
- analizira Hukov zakon i granice njegove primjene;
- tumači molekularnu strukturu tečnosti;
- objasni viskoznost i Njutnov zakon viskoznosti;
- objasni djelovanje tečnosti na čvrsto tijelo koje se kreće u odnosu na tečnost;
- primijeni Stoksov zakon;
- tumači sile površinskog napona i kvašenje i nekvašenje;
- objasni sile ispod zakrivljene površi tečnosti;
- primijeni znanja o kapilarnim pojavama;
- analizira isparavanje i kondenzovanje;
- razlikuje nezasićenu i zasićenu paru;
- objasni fazni dijagram tečnost-gas;

- tumači proces ključanja;
- objasni vlažnost vazduha;
- analizira topljenje i očvršćavanje;
- tumači šta je sublimacija;
- objasni šta je trojna tačka;
- objasni šta je specifična toplota faznog prelaza;
- analizira i primijeni jednačinu toplotne ravnoteže;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 2.5 (Molekularna teorija čvrstih tijela i tečnosti. Fazni prelazi) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Molekulske sile, stišljivost supstancije, toplotno širenje čvrstih tijela i tečnosti. Čvrsto tijelo, tečnost, kretanje čvrstog tijela u odnosu na tečnost, Stoksov zakon. Sile površinskog napona i kvašenje i nekvašenje, sile ispod zakrivljene površi tečnosti. Kapilarne pojave, prelaz tečnost-gas, prelaz kristal-tečnost, prelaz kristal-gas, trojna tačka. Toplota faznog prelaza.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- izučavaju zavisnost međumolekularnih sila od rastojanja među molekulima;
- posmatraju mehanički model međumolekularnih sila;
- izvode vezu koeficijenta zapreminskog i linearnog širenja;
- proučavaju promjenu gustine pri zagrijavanju;
- izučavaju tipove kristalnih rešetki;
- diskutuju zavisnost deformacije od normalnog napona;
- izučavaju proticanje tečnosti i Njutnov zakon viskoznosti;
- objašnjavaju kako se Stoksov zakon može iskoristiti za mjerenje koeficijenta viskoznosti;
- izučavaju sile površinskog napona;
- rješavaju primjere iz kapilarnih pojava;
- analiziraju tablice vrijednosti pritiska zasićene vodene pare na različitim temperaturama;
- upoređuju zavisnost pritiska od temperature za zasićenu paru i za idealan gas;
- analiziraju fazni dijagram tečnost-gas;
- proučavaju fazni dijagram kristal-tečnost;
- proučavaju fazni dijagram kristal-gas;
- proučavaju krivu isparavanja (kondenzovanja, krivu topljenja (očvršćavanja), krivu sublimacije i zajedničku tačku (trojnu tačku);
- diskutuju tablicu vrijednosti specifičnih toplotnih kapaciteta supstancija;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Molekularna teorija čvrstih tijela i tečnosti. Fazni prelazi“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 10 časova.

III RAZRED

Obrazovno-vaspitni ishod 3.1 (Elektrostatika)

Na kraju učenja učenik će moći da objasni elektrostatičke pojave, primijeni i analizira elektrostatičke koncepte i zakone.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni da postoje naelektrisanja suprotnog znaka i da naelektrisana tijela interaguju električnim silama;
- objasni šta je kvant naelektrisanja;
- odredi električnu silu kojom interaguju dva tačkasta naelektrisanja (Kulonov zakon);
- objasni šta predstavlja dielektrična konstanta sredine;
- tumači koliko je puta veća elektrostatička od gravitacione sile kojima interaguju dvije čestice;
- objasni šta je električno polje;
- tumači kako električno polje djeluje na tačkasto naelektrisanje;
- objasni izraz za jačinu električnog polja;
- objasni šta su silnice (linije sile) električnog polja i kako se pomoću njih predstavlja električno polje;
- opiše homogeno električno polje;
- opisuje primjere električnog polja između isto i suprotno naelektrisanih tačkastih naelektrisanja;
- primijeni princip superpozije elektrostatičkih polja;
- tumači šta je fluks električnog polja;
- objasni Gausovu teoremu;
- primijeni Gausovu teoremu za određivanje jačine polja;
- tumači šta je dipol i odredi njegovo električno polje;
- objasni djelovanje homogenog polja na dipol;
- tumači potencijalnu energiju interakcije dipola sa spoljašnjim poljem;
- tumači da rad električne sile ne zavisi od oblika putanje tačkastog naelektrisanja;
- objasni šta je potencijal;
- tumači šta su ekvipotencijalne linije i ekvipotencijalne površi;
- primijeni vezu između izvršenog rada i napona između početne i konačne tačke pomjeraja ($A = qU$);
- tumači vezu razlike potencijala i jačine homogenog elektrostatičkog polja;
- objasni šta su slobodna i vezana naelektrisanja;
- razlikuje provodnike, dielektrike i poluprovodnike;
- objasni orijentaciju polarnih molekula u elektrostatičkom polju;
- objasni šta pokazuje relativna dielektrična konstanta;
- objasni elektrostatičku indukciju;
- objasni kako se odredi kapacitet usamljenog provodnika;
- objasni od čega zavisi kapacitet kondenzatora;
- odredi kapacitet ravnog pločastog kondenzatora;
- odredi ukupni kapacitet redno i paralelno povezanih kondenzatora;
- izvede izraz za energiju elektrostatičkog polja u ravnom kondenzatoru;
- objasni od čega i kako zavisi zapreminska gustina energije elektrostatičkog polja;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 3.1 (Elektrostatika) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Električno naelektrisanje, kvantovanje naelektrisanja, elektrizacija tijela, Zakon održanja električnog naelektrisanja, Kulonov zakon, tačkasto naelektrisanje, upoređivanje elektrostatičke i gravitacione sile kojima interaguju dvije čestice, elektrostatičko/čno polje, jačina polja, princip superpozije elektrostatičkih polja, Gausova teorema, dipol u električnom polju, potencijal elektrostatičkog polja. Analogija kretanja čestice u gravitacionom i elektrostatičkom polju, potencijalna energija interakcije tačkastih naelektrisanja, razlika potencijala, veza rada i napona između početne i konačne tačke pomjeraja, veza razlike potencijala i jačine homogenog elektrostatičkog polja, elektrostatičko polje u supstanciji, slobodna i vezana naelektrisanja, provodnik, dielektrik i poluprovodnik, dielektrik u elektrostatičkom polju, polarni i nepolarni dielektrik, provodnik u elektrostatičkom polju, elektrostatička indukcija, elektrostatička zaštita, kapacitet usamljenog provodnika, kapacitet kondenzatora, kapacitet ravnog kondenzatora, energija elektrostatičkog polja, potencijalna energija kondenzatora, zapreminska gustina energije elektrostatičkog polja.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- pomoću elektroskopa uočavaju razliku između pozitivnog i negativnog naelektrisanja;
- upoznaju se sa korišćenjem elektrizacije (papir, toner,...) tijela za rad fotokopirnog aparata;
- zapisuju izraz za kulonovsku silu u različitim sredinama i uočavaju gdje je sila najveća;
- grafički prikazuju zavisnost intenziteta kulonovske sile od rastojanja između tačkastih naelektrisanja;
- grafički predstavljaju električno polje usamljenog tačkastog (pozitivnog i negativnog) naelektrisanja;
- koristeći princip superpozicije polja, crtaju linije sile polja dva (ili više) tačkasta naelektrisanja;
- uvježbavaju primjenu principa superpozicije elektrostatičkog polja;
- vježbaju primjenu Gausove teoreme za određivanje jačine polja: ravnomjerno naelektrisane ravni; u ravnom kondenzatoru; ravnomjerno naelektrisane sfere i lopte; ravnomjerno naelektrisane niti;
- proučavaju električno polje dipola;
- analiziraju i određuju moment sile kojim homogeno električno polje djeluje na dipol
- određuju rad gravitacione i elektrostatičke sile pri kretanju čestice u vertikalnom homogenom elektrostatičkom polju;
- crtaju ekvipotencijalne linije u konkretnim slučajevima;
- pokazuju analogije (pronalaze sličnosti i razlike) fizičkih veličina kojima se opisuje elektrostatičko i gravitaciono polje;
- crtaju linije sile elektrostatičkog polja u dielektriku u elektrostatičkom polju;
- analiziraju korišćenje polarizacije čestica pri radu elektrostatičkih filtera za gas;
- crtaju raspodjelu naelektrisanja i linije sile elektrostatičkog polja u provodniku u elektrostatičkom polju;
- koristeći analogiju sa spojenim sudovima (masa tečnosti – naelektrisanje, pritisak – potencijal) analiziraju potencijale dvije naelektrisane lopte različitih poluprečnika kada se spoje provodnikom;

- izvode izraz za kapacitet usamljene sfere poluprečnika R;
- posmatraju kako se može mijenjati kapacitet kondenzatora;
- povezuju kondenzatore (redno i paralelno), predviđaju i mjere ekvivalentni kapacitet;
- analiziraju vezu geometrijskih karakteristika kondenzatora i princip funkcionisanja tipki sa tastature računara;
- analogno radu pri istezanju opruge, određuju rad na razdvajanju naelektrisanih ravnih ploča kondenzatora i dolaze do izraza za energiju elektrostatičkog polja u ravnom kondenzatoru;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Elektrostatika“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 21 čas.

Obrazovno-vaspiti ishod 3.2 (Stalna električna struja)

Na kraju učenja učenik će moći da analizira parametre i primijeni zakonitosti u kolima stalne jednosmjerne struje.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- tumači uslove za postojanje električne struje;
- odredi smjer električne struje;
- razlikuje jačinu i gustinu električne struje;
- odredi smjer električne struje;
- objasni šta je izvor električne struje;
- objasni šta je elektromotorna sila izvora;
- objasni razliku između elektromotorne sile i napona na krajevima izvora za otvoreno i zatvoreno kolo;
- objasni sadržaje Omovog zakona za dio kola;
- primijeni Omov zakon za dio kola;
- tumači izraz za otpor provodnika;
- objasni šta je specifični otpor provodnika;
- objasni kako specifični otpor provodnika zavisi od temperature provodnika;
- objasni kako specifični otpor poluprovodnika zavisi od temperature poluprovodnika;
- odredi ekvivalentni otpor redno vezanih otpornika;
- odredi ekvivalentni otpor paralelno vezanih otpornika;
- objasni sadržaje Omovog zakona za cijelo kolo;
- pravilno poveže ampermetar u električno kolo;
- pravilno poveže voltmetar u električno kolo;
- tumači kako se pomoću otpornika može promijeniti mjerni opseg ampermetra i voltmetra;
- objasni sadržaje 1. Kirhofovog pravila;
- objasni sadržaje 2. Kirhofovog pravila;
- primijeni Kirhofova pravila;
- objasni kako snaga električne struje zavisi od napona i jačine struje;
- objasni sadržaje Džul-Lencovog zakona;
- primijeni Džul-Lencov zakon;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspiti ishoda 3.2 (Stalna električna struja) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspiti ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Električna struja, nosioci struje i električno polje u provodniku, smjer električne struje. Jačina struje,

izvor struje u električnom kolu, elektromotorna sila, etrana sila, Omov zakon za homogeni provodnik (dio kola), hidrodinamička analogija otpora provodnika, zavisnost specifičnog otpora provodnika od temperature, zavisnost specifičnog otpora poluprovodnika od temperature, superprovodnost, vezivanje otpornika, hidrodinamičke analogije redno i paralelno vezanih otpornika, Omov zakon za zatvoreno kolo, mjerenje jačine struje i napona, ampermetar, voltmetar, Kirhofova pravila, toplotno djelovanje električne struje, Džul-Lencov zakon.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- sastavljaju električno kolo stalne struje i objašnjavaju njegove elemente;
- proučavaju analogiju djelovanja izvora struje i pumpe za vodu;
- izvode izraz za elektromotornu silu i razliku između nje i napona na krajevima izvora;
- mjere jačinu struje i napon pomoću ampermetra i voltmetra i za konstantan otpor otpornika crtaju grafik zavisnosti struje od napona;
- određuju ekvivalentni otpor;
- objašnjavaju putanju slobodnog elektrona kroz provodnik pod dejstvom električnog polja pri različitim temperaturama;
- upoznaju se sa nastankom nosioca struje u poluprovodniku;
- grafički prikazuju zavisnost specifičnog otpora metala i poluprovodnika od temperature;
- uvježbavaju određivanje ekvivalentnog otpora redno i paralelno vezanih otpornika;
- proučavaju hidrodinamičku analogiju redno vezanih otpornika;
- proučavaju hidrodinamičku analogiju paralelno vezanih otpornika;
- uvježbavaju vezivanje ampermetra i voltmetra u električno kolo;
- proračunavaju vrijednosti dodatnih otpornika za promjenu mjernog instrumenta ampermetra i voltmetra;
- polazeći od zakona održanja naelektrisanja dolaze do 1. Kirhofovog pravila;
- primjenjuju 2. Kirhofovo pravilo;
- primjenjuju naučene zakone iz električne struje;
- izvode oglede sa zagrijavanjem vode električnim grijačem;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Stalna električna struja“;
- rade laboratorijsku vježbu „Mjerenje električnog otpora (Vitstonov most)“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 18 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 3.3 (Električna struja u raznim sredinama. Poluprovodnici)

Na kraju učenja učenik će moći da analizira procese koji se odvijaju pri prolasku struje kroz tečnost, osobine poluprovodnika i princip rada tranzistora i diode.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- izvede Omov zakon korišćenjem klasične teorije elektronske provodnosti;
- izvede Džul-Lencov zakon korišćenjem klasične teorije elektronske provodnosti;
- objasni sopstvenu i primjesnu provodnost poluprovodnika;
- razlikuje N-tip i P-tip poluprovodnika;
- analizira strukturu, princip rada, parametre i primjene diode;
- analizira strukturu, princip rada i primjene tranzistora;
- objasni kako je pojava tranzistora ubrzala razvitak mikroelektronike (čip, mikroprocesori,...);
- objasni proticanje električne struje kroz tečnost;
- tumaču pojavu i primjenu elektrolize;
- primijeni Faradejeve zakone elektrolize;
- objasni Omov zakon za elektrolite;

- razlikuje samostalno i nesamostalno pražnjenje;
- tumači šta je udarna jonizacija;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 3.3 (Električna struja u raznim sredinama. Poluprovodnici) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Električna provodnost metala (klasična teorija), sopstvena električna provodnost poluprovodnika, dioda, tranzistor, integrisana kola i mikroprocesori, električna struja u tečnostima, Faradejevi zakoni elektrolize, Omov zakon za elektrolite, električna struja u gasovima.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- određuju gustinu struje kroz metal na osnovu klasične teorije provodnosti;
- određuju za koliko se poveća unutrašnja energija provodnika pri proticanju stalne struje;
- izučavaju kretanje elektrona i šupljina kod poluprovodnika;
- izučavaju razliku direktne i inverzne polarizacije;
- određuju strujno-naponske karakteristike diode;
- pronalaze podatke o istorijatu mašina za računanje;
- izučavaju princip rada galvanskih elemenata i akumulatora;
- upoznaju se sa primjenama električnog pražnjenja;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Električna struja u raznim sredinama. Poluprovodnici“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje karakteristika diode“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje strujnog pojačanja tranzistora“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 13 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 3.4 (Magnetizam i elektromagnetna indukcija)

Na kraju učenja učenik će moći da analizira osobine permanentnih magneta, vezu između električne struje i magnetizma i primjenjuje zakon elektromagnetne indukcije.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni osobine magneta;
- objasni postojanje magnetnog polja;
- opisuje silnice magnetnog polja šipkastog magneta i strujnog provodnika;
- odredi vektor Amperove sile koja djeluje na strujni provodnik;
- odredi moment magnetne sile;
- objasni princip rada instremenata sa pokretnim kalemom (ampermetar i voltmetar);
- objasni čemu je jednaka magnetna indukcija u dugom induktivnom kalem;
- objasni čemu je jednaka magnetna indukcija u okolini dugog pravolinijskog provodnika;
- objasni kako dva paralelna strujna provodnika međusobno djeluju;
- objasni dejstvo magnetnog polja na naelektrisanu česticu koja se kreće u njemu;
- odredi vektor Lorencove sile;
- objasni primjenu interakcije magnetnog polja i naelektrisane čestice u radu ciklotrona i masenog spektrometra;
- objasni indukciju magnetnog polja naelektrisanja koje se kreće;
- razlikuje dijamagnetike, paramagnetike i feromagnetike;
- objasni dijamagnetna, paramagnetna i feromagnetna svojstva materijala;

- objasni šta je koeficijent samoindukcije;
- objasni energiju magnetnog polja;
- objasni šta je fluks magnetnog polja;
- objasni kako fluks zavisi od orijentacije površi u magnetnom polju;
- objasni sadržaje Faradejevog zakona indukcije;
- odredi smjer indukovane struje pomoću Lencovog pravila;
- odredi napon indukovan pomjeranjem provodnika u magnetnom polju;
- odredi koliki se napon indukuje u kalemu;
- objasni šta je samoindukcija;
- objasni princip rada transformatora;
- tumači kakav je odnos broja namotaja i vrijednosti napona na primaru i sekundaru transformatora;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 3.4 (Magnetizam i elektromagnetna indukcija) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Magnetne interakcije, stalni magneti, magnetno polje strujnog provodnika, vektor indukcije magnetnog polja, linije indukcije magnetnog polja, princip superpozicije magnetnog polja. Magnetizam Zemlje, Amperova sila, interakcija paralelnih strujnih provodnika, djelovanje magnetnog polja na naelektrisanu česticu koja se kreće. Lorencova sila, indukcija magnetnog polja naelektrisanja koje se kreće, magnetici, energija magnetnog polja, rad Amperove sile pri pomjeranju strujnog provodnika u magnetnom polju, induktivnost strujne konture, pojava i zakon elektromagnetne indukcije, indukovana elektromotorna sila u provodniku koji se kreće, samoindukcija, međusobna indukcija, transformator.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- posmatraju i bilježe orijentaciju igle kompasa u različitim tačkama magnetnog polja (šipkastog magneta) i na osnovu toga određuju oblik silnica magnetnog polja;
- izvode ogled sa strujnim provodnikom u polju potkovičastog magneta i na osnovu toga mjere intenzitet magnetne sile i određuju njen pravac i smjer;
- posmatraju interakciju strujnih provodnika;
- analiziraju demonstraciju rada masenog spektrografa na računaru;
- proučavaju uzajamno djelovanje naelektrisanja koja se kreću;
- izučavaju magnetne osobine materijala;
- skiciraju magnetni histerezis za magnetno meke i magnetno tvrde feromagnetne materijale;
- određivanjem rada pri promjeni jačine struje u konturi stalnog oblika dolaze do izraza za energiju magnetnog polja;
- izračunavaju fluks homogenog magnetnog polja kroz površ žičanog rama za različite uglove između površi i silnica;
- posmatraju ogled kojim se pokazuje da je veličina indukovanog napona srazmjerna broju navojaka zavojnice u koju se umeće šipkasti magnet;
- posmatraju demonstraciju Lencovog pravila u ogledu sa zavojnicomškolskog transformatora i bifilarno obješenim aluminijumskim prstenom;
- izvode ogled sa magnetofonom (kasetofonom);
- posmatraju princip transformacije naizmjeničnog napona pri korišćenju školskog transformatora (220V/6V);
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;

- rješavaju test na temu „Magnetizam i elektromagnetna indukcija“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 20 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 3.5 (Mehaničke oscilacije i talasi)

Na kraju učenja učenik će moći da analizira harmonijsko, prigušeno i prinudno oscilovanje, uzroke koji dovode do pojave mehaničkih talasa i njihove osobine kao i svojstva zvučnih talasa.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni osnovne fizičke veličine kojim se opisuju oscilacije (period, frekvencija, amplituda);
- tumači zavisnost elongacije, brzine i ubrzanja od vremena, za tijelo koje harmonijski osciluje;
- izvede zavisnost ukupne mehaničke energije oscilovanja od kvadrata amplitude;
- izvede izraz za period oscilovanja opružnog klatna;
- objasni čemu je jednak period oscilovanja matematičkog klatna;
- objasni čemu je jednak period oscilovanja fizičkog klatna;
- analizira oscilacije dobijene slaganjem dvije oscilacije istog pravca i jednakih/različitih frekvencija;
- tumači spektar oscilacija;
- razlikuje prigušene i neprigušene oscilacije;
- zaključuje da se amplituda smanjuje kod prigušenih oscilacija;
- razlikuje prigušene i prinudne oscilacije;
- razlikuje sopstvenu i prinudnu frekvenciju;
- opisuje pojavu rezonancije;
- objašnjava šta je talas;
- razlikuje poprečne (transverzalne) i uzdužne (longitudinalne) talase;
- tumači šta je talasna dužina;
- analizira vezu između talasne dužine, frekvencije i brzine talasa;
- razlikuje progresivne i stojeće talase;
- objasni jednačinu ravnog talasa;
- navede brzinu transversalnog talasa duž zategnute žice;
- navede brzinu longitudinalnog talasa u tečnim, gasovitim i čvrstim tijelima;
- objasni energiju i intenzitet mehaničkog talasa;
- tumači šta je superpozicija talasa;
- izvede jednačinu stojećeg talasa;
- objasni raspodjelu energije duž stojećeg talasa;
- tumači šta je zvuk i koje vrste zvuka postoje;
- objasni da brzina zvuka ne zavisi od njegove frekvencije;
- tumači osnovne karakteristike tona;
- objasni izvore i prijemnike zvuka;
- objasni zakon odbijanja zvuka;
- objasni zakon prelamanja zvuka;
- objasni kako se mijenja frekvencija koju prima prijemnik kada se sam kreće ili kada se kreće izvor;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 3.5 (Mehaničke oscilacije i talasi) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Osnovni pojmovi o harmonijskim oscilacijama, brzina i ubrzanje harmonijskih oscilacija. Energija harmonijskog oscilatornog kretanja, harmonijske oscilacije opružnog klatna. Harmonijske oscilacije

matematičkog klatna. Harmonijske oscilacije fizičkog klatna. Slaganje oscilacija, spektar oscilacija, prigušene oscilacije, prinudne oscilacije, rezonancija, period, talasna dužina i brzina prostiranja talasa, poprečni i uzdužni talasi, jednačina ravnog talasa, brzina prostiranja talasa, energija i intenzitet talasa, stojeći talas, energija stojećeg talasa, karakteristike zvučnog talasa, infrazvuk i ultrazvuk, objektivna i subjektivna jačina zvuka, interferencija, difrakcija i polarizacija talasa, Doplerov efekat.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- izvode oglede sa matematičkim i opružnim klatnom i mjere period, frekvenciju i amplitudu oscilacija;
- posmatraju demonstraciju harmonijskih oscilacija sjenke lopte koja ravnomjerno kruži;
- grafički prikazuju zavisnosti elongacije, brzine i ubrzanja od vremena i određuju početnu fazu;
- primjenom zakona održanja mehaničke energije, izvode izraze za periode matematičkog i opružnog klatna;
- izračunavaju brzinu tijela u trenutku kada prolazi kroz ravnotežni položaj;
- određuju koeficijent elastičnosti opruge opružnog klatna na osnovu mjerenja mase tega i perioda oscilovanja klatna;
- analitički i primjenom rotirajućih vektora, slažu dvije oscilacije istog pravca;
- grafički prikazuju zavisnost elongacije od vremena;
- korišćenjem 4-5 vezanih matematičkih klatna ostvaruju pojavu rezonancije;
- korišćenjem 6-7 vezanih klatna (matematičkih) posmatraju stvaranje i prostiranje poprečnih i uzdužnih talasa;
- diskutuju o tome zašto se poprečni talasi ne prostiru kroz gas i tečnost;
- analiziraju elongacije i položaj čestica poslije 1, 2, 3. i 4-te četvrtine perioda talasa;
- utvrđuju konačnost brzine zvuka na osnovu slušanja istog zvuka iz dva različito udaljena radio-predajnika;
- određuju energiju i intenzitet mehaničkog talasa;
- pomoću žice muzičkog (žičanog) instrumenta uočavaju stojeće talase različitih frekvencija;
- posmatraju i opisuju superpoziciju dva talasa i izvode jednačinu i analiziraju stojeći talas, elemente i raspodjelu energije;
- upoređuju dva zvuka na osnovu njihove visine, boje i jačine;
- pomoću grafoskopa posmatraju oglede sa talasima na vodi u staklenom bazenu i „preprekama“ sa jednim i više otvora;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Mehaničke oscilacije i talasi“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje ubrzanja Zemljine teže pomoću matematičkog klatna“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje brzine zvuka (Kuntova cijev)“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 24 časa.

Obrazovno-vaspitni ishod 3.6 (Elektromagnetne oscilacije i talasi)

Na kraju učenja učenik će moći da objasni i analizira nastanak, osobine i primjene elektromagnetnih talasa.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni iz čega se sastoji oscilatorna kontura;
- objasni kako se razmjenjuje energija među električnim i magnetnim poljem;
- tumači Tomsonov obrazac za period sopstvenih elektromagnetnih oscilacija;

- objasni kako se dobija naizmjenični napon;
- tumači princip rada generatora naizmjenične struje;
- objasni šta je naizmjenična struja;
- odredi maksimalne i efektivne vrijednosti jačine struje i napona;
- objasni šta je srednja električna snaga;
- tumači šta su induktivni i kapacitivni otpori i od čega zavise;
- objasni odnos jačine struje i napona kod induktivnog kalema i kondenzatora;
- izračuna veličine u kolu naizmjenične struje sa rednom vezom RLC;
- objasni impedansu i rezonantnu frekvenciju RLC kola;
- tumači povezanost električnog i magnetnog polja;
- objasni kako dipol emituje elektromagnetni talas;
- objasni od čega zavisi brzina elektromagnetnog talasa;
- razlikuje energiju i zapreminsku gustinu energije elektromagnetnog polja;
- upozna vrste i osnovne osobine elektromagnetnih talasa (spektar);
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 3.6 (Elektromagnetne oscilacije i talasi) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Elektromagnetne oscilacije u LC oscilatornoj konturi, razmjena energije između električnog i magnetnog polja, naizmjenična struja, snaga naizmjenične struje, efektivna vrijednost jačine struje i napona, kolo naizmjenične struje, aktivni otpor, induktivni otpor, kapacitivni otpor, Omov zakon za kolo naizmjenične struje, rezonancija u kolu naizmjenične struje. Indukcija promjenljivog električnog i magnetnog polja, brzina prostiranja i osnovna svojstva elektromagnetnih talasa, energija i intenzitet elektromagnetnog talasa, spektar elektromagnetnih talasa.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- analiziraju razmjenu energije između kalema i kondenzatora;
- analiziraju rotaciju pravougaonog provodnika u homogenom magnetnom polju i, uz pomoć nastavnika, dolaze do izraza za zavisnost indukovane elektromotorne sile od vremena;
- izvode izraz za efektivne vrijednosti jačine struje;
- koriste rotirajuće vektore za predstavljanje odnosa jačine struje i napona kod induktivnog kalema i kondenzatora;
- koriste rotirajuće vektore za predstavljanje odnosa jačine struje i napona kod induktivnog kalema i kondenzatora;
- grafički prikazuju i analiziraju vezu promjene električnog i magnetnog polja sa stvaranjem drugog polja;
- analiziraju kako dipol emituje talas u svakoj četvrtini njegovog perioda;
- određuju energiju elektromagnetnog polja;
- pronalaze podatke o intervalima talasnih dužina koji odgovaraju određenim bojama;
- upoređuju odnos širine vidljivog dijela spektra prema ukupnom spektru sa odnosima dužina u svakodnevnom životu;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Elektromagnetne oscilacije i talasi“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 20 časova.

IV RAZRED

Obrazovno-vaspitni ishod 4.1 (Geometrijska optika)

Na kraju učenja učenik će moći da primjenjuje zakone geometrijske optike.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- tumači šta je svjetlosni zrak;
- opisuje kako se određuje brzina svjetlosti;
- objasni šta je indeks prelamanja supstancije;
- tumači zakon odbijanja svjetlosti;
- tumači zakon prelamanja svjetlosti;
- odredi prividnu dubinu tijela;
- objasni šta je totalna refleksija;
- objasni pojavu disperzije svjetlosti;
- tumači kako nastaje duga;
- dokazuje kako se formira lik kod ravnih i sfernih ogledala;
- dokazuje kako se formira lik kod sočiva;
- pokazuje kako se formira lik predmeta kod oka;
- objasni princip funkcionisanja lupe, mikroskopa i teleskopa;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 4.1 (Geometrijska optika) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Pravolinijsko prostiranje svjetlosti, zakoni odbijanja i prelamanja svjetlosti. Totalna refleksija, ravno ogledalo, planparalelna ploča, sferno ogledalo, sočivo, lupa, mikroskop i teleskop.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- rješavaju računске i eksperimentalne zadatke u kojima se koristi veza između brzine svjetlosti u supstanciji i njenog indeksa prelamanja;
- posmatraju šipku koja je jednim dijelom potopljena u staklenu čašu sa vodom;
- posmatraju predmet koji je na dnu posude i kada se napuni vodom;
- ostvaruju disperziju prirodne svjetlosti pomoću staklene prizme;
- objašnjavaju lik predmeta (desne šake i sl.) u ravnom ogledalu;
- za različite položaje predmeta, korišćenjem karakterističnih zraka, konstruišu i određuju njegov lik kod sfernog ogledala;
- za različite položaje predmeta, korišćenjem karakterističnih zraka, konstruišu i određuju njegov lik kod sočiva;
- pripremaju seminarske radove o principu funkcionisanju mikroskopa i teleskopa;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Geometrijska optika“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje indeksa prelamanja korišćenjem četiri čiode“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje žižne daljine sočiva korišćenjem Beselove metode“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 14 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 4.2 (Talasna optika)

Na kraju učenja učenik će moći da analizira talasnu prirodu svjetlosti.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- navede različita shvatanja o prirodi svjetlosti i mjerenju brzine svjetlosti kroz istoriju fizike;
- objasni Hajgensov princip;
- primijeni uslove za interferencijski minimum i maksimum;
- tumači rezultujućii intenzitet svjetlosti od dva izvora;
- odredi razliku optičkih puteva kod Frenelovih ogledala;
- odredi razliku optičkih puteva kod Lojdovog ogledala;
- odredi razliku optičkih puteva kod optičkog klina i slojeva za slabljenje svjetlosti;
- odredi razliku optičkih puteva kod Njutnovih prstenova;
- tumači pojavu difrakcije svjetlosti;
- navede uslove za minimum i maksimum kod difrakcije na pravougaonom otvoru;
- navede uslove za minimum i maksimum kod difrakcije na difrakcionoj rešetki;
- objasni disperziju i moć razlaganja rešetke;
- objasni šta je polarizacija svjetlosti;
- objasni dvojno prelamanje;
- primijeni Malusov zakon;
- primijeni Brusterov zakon;
- tumači Doplerov efekat u optici;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 4.2 (Talasna optika) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Shvatanja o prirodi svjetlosti kroz istoriju fizike, brzina svjetlosti, Hajgensov princip, interferencija svjetlosti, rezultujućii intenzitet svjetlosti, interferencija svjetlosti kod Frenelovih ogledala; interferencija svjetlosti kod Lojdovog ogledala; interferencija svjetlosti kod optičkog klina i slojeva za slabljenje svjetlosti, interferencija svjetlosti kod Njutnovih prstenova, difrakcija svjetlosti na otvoru, difrakciona rešetka, disperzija i moć razlaganja rešetke, polarizacija svjetlosti, dvojno prelamanje, Malusov zakon, Brusterov zakon, Doplerov efekat u optici.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- upoznaju se sa različitim shvatanjima o prirodi svjetlosti kroz istoriju fizike;
- pripremaju seminarske radove o mjerenju brzine svjetlosti;
- koristeći Hajgensov princip, konstruišu talasni front poslije prelamanja i poslije odbijanja;
- izvode i analiziraju rezultujućii intenzitet svjetlosti od dva izvora;
- određuju i analiziraju razlike optičkih puteva kod Frenelovih ogledala i kod Lojdovog ogledala;
- određuju i analiziraju razlike optičkih puteva kod Njutnovih prstenova;
- određuju i analiziraju uslove maksimuma i minimuma kod difrakcije na pravougaonom otvoru;
- određuju i analiziraju uslove maksimuma i minimuma kod difrakcione rešetke;
- rješavaju zadatke u vezi sa Malusovim i Brusterovim zakonom;
- pišu seminarske radove o određivanju koncentracije rastvora primjenom zakretanja polarizacione ravni;
- izučavaju značaj Doplerovog efekta u astronomskim posmatranjima;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;

- rješavaju test na temu „Talasna optika“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje talasne dužine laserske svjetlosti pomoću difrakcione rešetke“;
- rade laboratorijsku vježbu „Određivanje koncentracije šećera u rastvoru pomoću polarimetra“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 20 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 4.3 (Specijalna teorija relativnosti)

Na kraju učenja učenik će moći da opisuje i primjenjuje osnovne ideje specijalne teorije relativnosti.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- tumači postulate specijalne teorije relativnosti;
- primijeni relativistički zakon sabiranja brzina;
- tumači relativnost istovremenosti dva događaja;
- izvede Lorencove transformacije;
- izvede izraz za interval vremena u dva inercijalna sistema referencije;
- izvede izraz za dužinu u dva inercijalna sistema referencije;
- objasni šta je energija mirovanja i da je masa čestice invarijantna u inercijalnim sistemima referencije;
- odredi vezu energije i impulsa relativističke čestice;
- odredi vezu kinetičke energije i impulsa relativističke čestice;
- objasni neaditivnost mase sistema čestica;
- primijeni zakon održanja energije i impulsa za sistem neinteragujućih čestica;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 4.3 (Specijalna teorija relativnosti) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih i računskih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Postulati specijalne teorije relativnosti, relativistički zakon sabiranja brzina, relativnost istovremenosti događaja, Lorencove transformacije, vrijeme i dužina (rastojanja) u različitim sistemima referencije, relativistički impuls i energija, neaditivnost mase sistema čestica, Zakon održanja energije i impulsa za sistem neinteragujućih čestica.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- polazeći od postulata specijalne teorije relativnosti, izvode relativistički zakon sabiranja brzina;
- polazeći od Lorencovih transformacija, objašnjavaju relativnost istovremenosti dva događaja;
- rješavaju zadatke u vezi sa usporavanjem vremena i skraćivanjem dužine;
- pokazuju da izrazi relativističke mehanike za brzine mnogo manje od brzine svjetlosti u vakuumu „prelaze“ u izraze njutnovske mehanike;
- upoznaju se sa neaditivnošću mase sistema čestica;
- proučavaju sistem neinteragujućih čestica;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih i računskih zadataka;
- rješavaju test na temu „Specijalna teorija relativnosti“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 15 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 4.4 (Kvantna teorija elektromagnetnog zračenja i supstancije)

Na kraju učenja učenik će se upoznati sa talasno-čestičnom prirodom svjetlosti i materije, modelom atoma i energetske spektrom.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni šta je kvant energije i značaj Plankove konstante;
- tumači proces fotoefekta;
- objasni šta je foton;
- analizira i primijeni jednačinu za fotoefekat;
- tumači šta je zakočni napon;
- objasni talasno-čestični dualizam mikročestica;
- objasni šta je foton;
- objasni eksperiment sa dva otvora;
- tumači vezu talasne funkcije i vjerovatnoće nalaženja mikročestice;
- formuliše i tumači relaciju neodređenosti;
- izvede izraz za kvantovanje energije i impulsa čestice u potencijalnoj jami;
- tumači kvantovanje energije linearnog harmonijskog oscilatora;
- objasni fizički smisao kvantnih brojeva kao primjere kvantovanja fizičkih veličina;
- tumači Paulijev princip;
- izvede i objasni izraz za promjenu talasne dužine pri Komptonovom efektu;
- tumači dimenzije atoma i jezgra;
- objasni Raderfordov ogled i rezultate ogleda;
- objasni šta je linijski spektar;
- tumači Borov postulat o stacionarnim orbitama;
- tumači Borov postulat o kvantovanju momenta impulsa elektrona;
- odredi izraze za energiju i poluprečnik orbite (prema Borovom modelu);
- na osnovu Borovih postulata objasni postanak spektra i energetske strukturu atoma vodonika;
- tumači interakciju fotona i atoma (apsorpcija fotona, spontano i indukovano zračenje);
- objasni princip rada lasera;
- tumači primjene lasera;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 4.4 (Kvantna teorija elektromagnetnog zračenja i supstancije) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih i računskih zadataka;
- primijeni bazične tehnike registrovanja radioaktivnog zračenja.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:**a) Sadržaji/pojmovi**

Kvant energije, fotoelektrični efekat, čestično-talasni dualizam mikročestica, difrakcija elektrona. Talasna funkcija, relacija neodređenosti, kvantovanje energije i impulsa mikročestice, linearni harmonijski oscilator, kvantni brojevi, Paulijev princip, Komptonov efekat, Raderfordov nuklearni model jezgra, teškoće klasičnog objašnjavanja nuklearnog modela atoma, linijski spektar atoma vodonika, Borova teorija atoma vodonika, opravdanost Borovih postulata i fizički smisao orbita elektrona u kvantnoj mehanici, Borova teorija o apsorpciji i zračenju fotona, spektralna analiza. Laser, apsorpcija svjetlosti, spontano zračenje, indukovano zračenje.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- upoznaju se sa Plankovom idejom o kvantu energije;
- posmatraju oglede sa osvijetljavanjem cinkane naelektrisane pločice postavljene na stub elektrometra;
- upoređuju pojmove: „talas“ i „čestica“;

- posmatraju animacije i analiziraju filmove o eksperimentu sa dva otvora;
- razmatraju parove veličina povezane relacijom neodređenosti (položaj-impuls, položaj-brzina, energija-vrijeme);
- analiziraju kretanje mikročestice u potencijalnoj jami;
- upoznaju se sa energetske nivoima oscilatora;
- upoznaju fizičku prirodu kvantnih brojeva;
- određuju koliko elektrona može imati jedan glavni kvantni broj;
- primjenjuju stečena znanja na apsolutno elastičan sudar fotona i slabo vezanog elektrona;
- posmatraju računarski ili mehanički model za razumijevanje suštine eksperimenta (za mehanički model se može koristiti: kupasto tijelo (jezgro), strma ravan i kuglica (α - čestica));
- primjenom jednačine kretanja i Borovih postulata opisuju kretanje elektrona oko jezgra vodonika;
- grafički predstavljaju zavisnost energije od glavnog kvantnog broja;
- analiziraju granice serija spektralnih linija atoma vodonika;
- sastavljaju seminarske radove o karakteristikama laserskog zračenja;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih i računskih zadataka;
- rješavaju test na temu „Kvantna teorija elektromagnetnog zračenja i supstancije“.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 24 časa.

Obrazovno-vaspitni ishod 4.5 (Fizika jezgra atoma)

Na kraju učenja učenik će moći da objasni model atomskog jezgra i nuklearne reakcije, analizira radioaktivne raspade i uticaj radioaktivnog zračenja na žive organizme.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni kako poluprečnik jezgra zavisi od masenog broja;
- razlikuje izotope;
- tumači šta je defekt mase jezgra;
- odredi energiju veze;
- objasni alfa, beta i gama raspad;
- objasni šta je aktivnost;
- objasni šta su radioaktivni nizovi;
- tumači zakon radioaktivnog raspada;
- primijeni zakon radioaktivnog raspada;
- razlikuje egzotermne i endotermne reakcije;
- objasni šta je fisija;
- objasni šta je fuzija;
- objasni primjenu radioaktivnih izotopa u industriji, medicini, agronomiji i drugdje;
- navede osnovne pojmove dozimetrije;
- primijeni znanja iz obrazovno-vaspitnog ishoda 4.5 (Fizika jezgra atoma) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- koristi bazične tehnike registrovanja radioaktivnog zračenja.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Opšte karakteristike jezgra atoma, energija veze jezgra atoma. Defekt mase. Alfa, beta i gama zračenje. Zakon radioaktivnog raspada. Nuklearne reakcije, vještačka radioaktivnost, dijeljenje teških jezgara, lančana nuklearna reakcija dijeljenja. Nuklearni reaktor, primjene nuklearne energije i radioaktivnih izotopa, dozimetrija radioaktivnog zračenja.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- prikazuju nekoliko izotopa u Z-N koordinatnom sistemu;
- izračunavaju defekt mase za nekoliko primjera;
- rješavaju zadatke u vezi sa energijom veze nukleona u jezgru;
- pokazuju „pomjeranje“ jezgra u Z-N koordinatnom sistemu pri različitim raspadima;
- na osnovu definicije perioda poluraspada T i tabličnog i grafičkog prikaza smanjenja broja neraspadnutih jezgara N u toku vremena (T ,2T ,3T ,...), dolaze do izraza za zakon radioaktivnog raspada $N = N_0 e^{-\lambda t}$;
- izračunavaju energije različitih nuklearnih reakcija;
- prikupljaju podatke o dozvoljenim i postojećim koncentracijama radioaktivnih elemenata na pojedinim radnim mjestima;
- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- rješavaju test na temu „Fizika jezgra atoma“;
- rade eksperimentalnu vježbu „Mjerenje promjena koncentracije aktivnosti radona u vazduhu učionice, ili kabineta, tokom 24 sata i tokom sedam dana“;
- rade eksperimentalnu vježbu „Mjerenje promjene intenziteta zračenja sa rastojanjem“;
- rade eksperimentalnu vježbu „ Mjerenje slabljenja inteziteta α , β i γ zračenja pri prolasku kroz različite materijale“

c) Broj časova realizacije (okvirno): 18 časova.

Obrazovno-vaspitni ishod 4.6 (Elementarne čestice i osnove astrofizike)

Na kraju učenja učenik će moći da se upozna sa osobinama elementarnih čestica kao i osnovnim pojmovima astrofizike.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- tumači klasifikaciju elementarnih čestica (fundamentalne čestice, hadroni i prenosioci interakcija);
- tumači pojmove: kreacija para i anihilacija para čestice i antičestice;
- primijeni zakone održanja (barionskog broja leptonskog broja stranosti) pri rješavanju jednostavnih zadataka;
- objasni osnovne karakteristike leptona i hadrona;
- tumači pojmove: kvark i gluon;
- objasni prenosiocne interakcija u kvantnom tumačenju jake, elektromagnetne, slabe i gravitacione interakcije;
- poznaje osnovne karakteristike nuklearne evolucije kosmosa;
- tumači Hablov zakon;
- objasni pozadinsko mikrotalasno zračenje kao dokaz teorije Velikog praska;
- tumači faze u razvoju zvijezda;
- objasni osnovne karakteristike svemirskih tijela: bijeli patuljak, supernova, crna rupa, pulsar;
- tumači osnovna tijela (i njihove grupe) današnjeg Svemira;
- obrazlaže pretpostavke o budućnosti kosmosa;
- primijeni stečena znanja pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih zadataka iz obrazovno-vaspitnog ishoda 4.6 (Elementarne čestice i osnove astrofizike).

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda:

a) Sadržaji/pojmovi

Klasifikacija elementarnih čestica, leptoni i hadroni, kvarkovi i prenosioci interakcija. Kosmos, rađanje, život i smrt zvijezda, o budućnosti kosmosa.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- koriste tabele sa podacima o masi, naelektrisanju i oznaci elementarnih čestica i njihovih antičestica;
- pišu seminarske radove o elementarnim česticama (otkriće; uzajamno pretvaranje; zakon održanja barionskog broja; zakon održanja leptonskog broja; zakon održanja stranosti...);
- pišu seminarske radove o »algebri« fizike elementarnih čestica;
- sastavljaju tablicu četiri familije (generacije) leptona i kvarkova;
- sastavljaju i analiziraju tablicu prenosioca četiri fundamentalne interakcije;
- upoznaju se sa teorijom Velikog praska i nuklearne evolucije kosmosa;
- podijeljeni u grupe pripremaju seminarske radove o segmentima evolucije kosmosa;
- razmatraju dokaze teorije velikog praska (Hablov zakon, pozadinsko mikrotalasno zračenje);
- podijeljeni u grupe pripremaju seminarske radove o fazama razvoja zvijezda;
- razmatraju različite pretpostavke o budućnosti kosmosa;
- proučavaju savremena dostignuća u kosmologiji (Nobelova nagrada - 2011);
- rješavaju kvalitativne zadatke.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 15 časova.

F. DIDAKTIČKE PREPORUKE ZA REALIZACIJU PREDMETA

Nastava treba da bude zasnovana na eksperimentima koje izvode sami učenici i posmatranju demonstracionih ogleda koje izvode nastavnici.

Upotreba kompjutera u nastavi fizike je, zavisno od raspoloživih programa i pristupa internetu, skoro obavezujuća kako bi se doprinijelo boljem kvalitetu nastave (simulacija eksperimenta, obrada rezultata mjerenja, modeliranje...).

Učenicima je moguće povremeno dati otvorene samostalne projekte koje mogu samostalno realizovati u vančasovnim aktivnostima – kod kuće ili u okviru izbornih sadržaja. Takvi samostalni radovi mogu biti izrazito podsticajni za učenike i razviti i njihove sposobnosti i znanja, i njihovu znatiželju i sklonost prema fizici.

Važno je u nastavi fizike i podsticanje izvrsnosti kod učenika i rad s darovitim učenicima kroz njihovo praćenje i uključivanje u takmičenja i projekte. U tom je smislu važna saradnja škola i istraživačkih ustanova (fakulteta, instituta i NVO), kako bi se darovitim i zainteresovanim učenicima već vrlo rano mogla dati prilika da upoznaju autentičan istraživački rad i u njega se djelimično i uključe. Učenje i poučavanje fizike, koje ima naglašen istraživački aspekt, može znatno podstaknuti interes učenika za prirodne i tehničke nauke uopšte, a posebno za fiziku.

Problemski usmjerena nastava

Da bi uspješno ostvario ciljeve učenja fizike, nastavnik fizike treba da primjenjuje različita sredstva, metode i oblike rada. Nastava fizike, po prirodi svojih sadržaja, za realizaciju predviđenih ciljeva i zadataka omogućava i zahtijeva problemski usmjerenu nastavu.

Svaki novi sadržaj predstavlja se učenicima kao svojevrsan problem. Učenici dogovaraju rezultate i njihovo značenje prvo u grupama (često povezano sa učeničkim eksperimentom), a potom se u raspravi cijelog odjeljenja dolazi do konsenzusa i do predviđenih generalizacija i misaonih konstrukcija. Nastavnik ima važnu ulogu koordinatora rasprave. Usljed nedostatka pribora učenički eksperimenti se izvode samo za određene sadržaje, za koje postoji dovoljno pribora, a za preostale sadržaje se učenički eksperiment zamjenjuje frontalnim eksperimentom. U tom slučaju cijelo odjeljenje funkcionira kao jedna grupa.

U problemski usmjerenoj nastavi naglasak je na interakciji i raspravi cijelog odjeljenja. Učenik uči na nastavi. Uloga nastavnika je da organizuje i vodi učeničke aktivnosti i da uputi učenika da otkriva i uči sam.

Optimizacija problemski usmjerene nastave, kao i ukupnog nastavnog procesa, može se postići:

- promjenljivošću problemskog usvajanja sadržaja (zavisno od konkretnih uslova u odjeljenju);
- uzimanjem u obzir individualnih karakteristika učenika.

To se odnosi na sve tipove i načine rada u okviru učenja fizike. Na primjer, optimizacija problemski usmjerene nastave pri demonstraciji fizičkih eksperimenata, može se ostvariti kroz pet načina različitih po nivou složenosti:

- nastavnik koristi demonstracioni eksperiment kao ilustraciju svojih objašnjenja;
- nastavnik izvodi eksperiment, a učenici ili izvode zaključke iz njega ili objašnjavaju dobijene rezultate;
- učenici predviđaju rezultate eksperimenta;
- nastavnik postavlja učenicima problem i predlaže im da oni samostalno odrede način eksperimentalnog rješavanja problema;
- učenici dobijaju za domaći rad zadatak da urade planirani eksperiment.

Svaki od navedenih pet načina obezbjeđuje određeni nivo misaone aktivizacije, počevši od reprodukcije kao niže misaone operacije do primjene znanja u novom kontekstu, kao načina najsloženijeg misaonog angažovanja.

Rješavanje zadataka

Rješavanje zadataka iz fizike tretira se kao metoda usvajanja i primjene stečenih znanja. Njime se postiže konkretizacija i osmišljavanje teorijskih znanja; ponavljanje, produblivanje i utvrđivanje znanja; korigovanje učeničkih znanja i umijeća; povećano interesovanje za izučavanje fizike; razvijanje logičkoga mišljenja; podsticanje učenika na inicijativu; sticanje samostalnosti u radu učenika i upornost u savladavanju teškoća.

Optimalni efekti rješavanja zadataka u učenju fizike ostvaruju se osmišljenim kombinovanjem primjene:

- kvalitativnih zadataka (zadataka-pitanja)
- kvantitativnih zadataka (računskih zadataka) i
- eksperimentalnih zadataka.

Kako vježbanje rješavanja računskih zadataka iz fizike za učenika često predstavlja vid učenja sa složenim zahtjevima, nastavnik treba da im da odgovarajuće instrukcije, napomene i savjete u vezi s rješavanjem zadataka. Napomene treba da obuhvate: najčešće tipove zadataka; najčešće greške i slabosti u znanjima učenika pri rješavanju zadataka; osnovne zakone i formule koje se koriste za rješavanje zadataka; posebne napomene i sugestije i primjere za demonstraciju metodike rješavanja, tj. algoritam za rješavanje datog tipa zadatka. Ove napomene treba osmisliti za svaku temu posebno.

Računski zadatak treba rješavati tako da se koriste oznake fizičkih veličina (a ne njihove vrijednosti) sve dok se ne dobije izraz za nepoznatu fizičku veličinu, kojim je ona eksplicitno izražena pomoću poznatih veličina, odnosno – veličina čije su vrijednosti zadate u zadatku. Tek onda treba uvrstiti vrijednosti i izračunati vrijednost nepoznate veličine i analizirati dobijeni rezultat.

Za rješavanje eksperimentalnih zadataka potrebno je uraditi i odgovarajuća mjerenja. Učenici rade školske i domaće eksperimentalne zadatke. Naročito su značajni:

- prezentacija
- diskusija i
- zaključci o dobijenim rezultatima eksperimentalnih zadataka.

Zadavanje, rješavanje i prezentacije rješenja eksperimentalnih zadataka iz jedne teme treba kontinuirano zastupiti na svim časovima date teme. Nastavnik treba da formira zbirku prezentacija najuspješnijih rješenja eksperimentalnih zadataka. Učenicima treba preporučiti da mjerenja ilustruju fotografijama i video zapisima.

Preporučuje se da zadaci budu različitih (2-3) nivoa složenosti.

Planovi za izučavanje strukturnih elemenata pojedinih oblika znanja i vještina

Nastavniku i učeniku za realizaciju i pripremu za učenje/nastavu fizike preporučuju se planovi za izučavanje strukturnih elemenata pojedinih oblika znanja i vještina. U planovima za izučavanje osnovnih elemenata znanja i vještina (pojava, veličina, zakona, teorija...) iz fizike izražavaju se odgovarajući zahtjevi.

Planovi za izučavanje strukturnih elemenata pojedinih oblika znanja i vještina

Fizička pojava

1. Osobine pojave, po kojima se ona može uočiti
2. Uslovi pri kojima se odvija pojava
3. Fizička suština pojave (objašnjenje pojave na osnovu teorije)
4. Povezanost sa drugom pojavom
5. Veličine kojima se opisuje pojava
6. Primjeri korišćenja pojave u praksi
7. Načini da se eliminišu štetna djelovanja pojave na čovjeka, tehničke aparate i okolinu

Fizička veličina

1. Naziv veličine i njena oznaka

2. Osobine (karakteristike) tijela ili pojave koje određuje
3. Vrsta veličine (skalarna ili vektorska)
4. Formula kojom se povezuje sa drugim veličinama (definiciona formula)
5. Definicija veličine
6. Jedinica veličine u SI (naziv jedinice i njena definicija)
7. Način mjerenja veličine

Fizički zakon

1. Pojave ili veličine koje povezuje fizički zakon
2. Usmena formulacija zakona
3. Matematičko izražavanje zakona
4. Način na koji je bio otkriven fizički zakon: na osnovu analize eksperimentalnih rezultata ili kao posljedica teorijskih izračunavanja
5. Eksperimentalne činjenice na osnovu kojih je bio formulisan fizički zakon
6. Ogledi koji potvrđuju ispravnost zakona koji je formulisan kao posljedica teorijskih izračunavanja
7. Primjeri primjene zakona u praksi
8. Granice primjenljivosti zakona

Fizička teorija

1. Eksperimentalne osnove teorije
2. Osnovni pojmovi, pretpostavke, zakoni i principi u teoriji
3. Osnovne posljedice teorije
4. Praktične primjene teorije
5. Granice primjene teorije

Pribor

1. Naziv pribora
2. Shema pribora
3. Princip rada pribora
4. Pravila korišćenja i primjene pribora

Fizički eksperiment

1. Cilj eksperimenta
2. Shema eksperimenta
3. Uslovi pod kojima se izvodi eksperiment
4. Tok eksperimenta
5. Rezultati i interpretacija rezultata eksperimenta

Fizičko mjerenje

1. Određivanje podjeljka i mjernog opsega pribora za mjerenje
2. Određivanje apsolutne greške mjerenja
3. Izbor neophodnog pribora i pravilno korišćenje
4. Očitavanje i zapisivanje pokazivanja pribora sa uračunavanjem apsolutne greške mjerenja
5. Određivanje greške mjerenja

G. PRILAGOĐAVANJE PROGRAMA DJECI SA POSEBNIM OBRAZOVNIM POTREBAMA I NADARENIM UČENICIMA

a) Prilagođavanje programa djeci sa posebnim obrazovnim potrebama

Zakon o vaspitanju i obrazovanju djece sa posebnim obrazovnim potrebama, članom 12 definiše način prilagođavanja nastave i učenja učenicima sa posebnim obrazovnim potrebama koji se školuju po Programu uz obezbjeđivanje dodatnih uslova, pomagala i stručne pomoći u gimnazijskom obrazovanju.

U zavisnosti od smetnji i teškoća u razvoju, sposobnosti i potreba učenika, individualni program omogućava mijenjanje, prilagođavanje i individualizaciju metodike kojom se sadržaji realizuju. Primjer: za učenika bez ostatka vida, škola treba da u saradnji s Resursnim centrom Podgorica obezbijedi udžbenike na Brajevom pismu, elektronske udžbenike, omogući siguran i bezbjedan prostor, bez barijera i sl.

b) Prilagođavanje programa nadarenim učenicima

S obzirom da se radi o učenicima koji su se opredijelili za specijalistička odjeljenja matematičke gimnazije, pretpostavka je da se radi o nadarenim učenicima u ovoj oblasti pa je program i napisan u skladu sa tim.

H. VREDNOVANJE OBRAZOVNO-VASPITNIH ISHODA

Praćenje, vrenovanje i ocjenjivanje je integralni dio procesa nastave/učenja i usmjereno je na poboljšanje postignuća učenika. Školski stručni aktiv (ili nastavnik) treba da uradi kriterijume za sve oblike ocjenjivanja. Za kvalitet procesa učenja važno je da kriterijumi budu taksonomski izdiferencirani i usklađeni sa ciljevima učenja, obrazovno-vaspitnim ishodima i ishodima učenja.

Provjeravanje i ocjenjivanje znanja odvija se u skladu s pravilnikom koji uređuje provjeravanje i ocjenjivanje znanja u gimnaziji.

a) Elementi praćenja učenika u nastavi

Elementi praćenja učenika u nastavi su:

- **Znanje i kognitivne vještine** (zaključivanje, rješavanje problema, kreativno i kritičko mišljenje)
- **Učenje i odnos učenika prema radu u nastavi fizike**, koji se ogledaju kroz: redovnost prisustvovanja časovima; redovnost izrade domaćih i drugih zadataka; zalaganje i učešće u raspravama na času; nivo saradnje sa drugim učenicima, npr. tokom grupnog rada; pokazani stepen inicijative i kroz pokazanu zainteresovanost za predmetne sadržaje.

b) Kriterijumi praćenja i ocjenjivanja

Elementi praćenja učenika u nastavi	Osnovni nivo	Srednji nivo	Viši nivo
Znanje i kognitivne vještine	<p>Učenik:</p> <ul style="list-style-type: none"> – prepoznaje fizičke pojave – navede vrste fizičkih pojava – prepozna i navede fizičke veličine i njihove mjerne jedinice i oznake – primijeni stečena znanja pri rješavanju jednostavnih zadataka korišćenjem jednostavnih „gotovih“ formula – navede naziv aparature, pravila korišćenja i primjene aparature – imenuje djelove aparature – prepozna shemu aparature. 	<p>Učenik:</p> <ul style="list-style-type: none"> – primijeni stečena znanja pri rješavanju jednostavnih zadataka – klasifikuje fizičke pojave – uporedi fizičke veličine – primijeni stečena znanja o fizičkim veličinama – poveže djelove aparature uz pomoć nastavnika – tabelarno prikaže rezultat mjerenja – na osnovu opštih pravila izvede zaključak o fizičkim veličinama – iz pojedinačnih slučajeva izvede opšti zaključak o mjerenju. 	<p>Učenik:</p> <ul style="list-style-type: none"> – znanja i formule transformiše i primjenjuje u novim situacijama – predloži nove primjere mjerenja – ispolji samostalnost u rješavanju računskih zadataka – samostalno koristi aparature tokom izvođenja eksperimenata – samostalno izvede zaključke u toku eksperimentalnog rada – analizira rezultat mjerenja – kreira tabele i grafikone.
Učenje i odnos učenika prema radu u nastavi fizike	<p>Učenik:</p> <ul style="list-style-type: none"> – služeći se skromnim fondom pojmova i fizičkih veličina navodi, nabraja i opisuje karakteristike fizičkih pojava – rijetko ili samo na zahtjev nastavnika iznosi i argumentuje svoje stavove – obično je pasivan tokom timskog, grupnog i rada u paru – ponekad je zainteresovan i aktivan na času – rijetko iznosi svoje predloge i postavlja pitanja. 	<p>Učenik:</p> <ul style="list-style-type: none"> – samostalno ili uz malu pomoć upoređuje, klasifikuje, objašnjava i primjenjuje znanja o fizičkim veličinama, odnosno pojavama – govori korektno, ima sopstveni stav, ali ga ne brani argumentima zasnovanim na poznavanju izučavanih sadržaja – povremeno se uključuje u rad grupe, uglavnom na inicijativu drugih i spreman je da pruži pomoć u situacijama kada se to od njega traži – zainteresovan i aktivan 	<p>Učenik:</p> <ul style="list-style-type: none"> – samostalno analizira, predlaže, istražuje, kreira i daje kritičko mišljenje o izučavanim sadržajima – predlaže srodne teme i često inicira rasprave – samostalno zaključuje i izvodi uzročno posljedične veze i argumentovano zastupa sopstveni stav – aktivno je uključen u rad grupe, samoinicijativno pruža pomoć drugim učenicima – zainteresovan je i aktivno uključen u sve aktivnosti: na času postavlja pitanja, ima

		na časovima, povremeno postavlja pitanja i povremeno daje predloge – izvršava obaveze i radi domaće zadatke, ali mu je ponekad potrebno ispraviti propuste.	inicijativu i konstruktivne prijedloge – samostalno i blagovremeno izvršava obaveze, radi domaće zadatke.
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

c) Obaveze učenika su da:

- aktivno učestvuje u diskusijama i zalaže se na času,
- redovno piše domaće zadatke i donosi osnovna sredstva za rad,
- ima uredne sveske,
- učestvuje u izradi projektnih i seminarskih radova,
- učestvuje u timskoj izradi jednog istraživačkog zadatka,
- radi kontrolne, pismene zadatke i testove.

d) Oblici praćenja i provjeravanja su:

- protokol posmatranja i praćenja aktivnosti učenika na času.
- usmeno provjeravanje i ocjenjivanje,
- pismeno (testovi, pismeni zadaci) provjeravanje i ocjenjivanje,
- provjeravanje i ocjenjivanje laboratorijskih vježbi, školskih i domaćih eksperimentalnih radova.
- provjeravanje i ocjenjivanje rada u projektnim i istraživačkim zadacima.
- pismeni radovi (eseji), praktični radovi (poster, hameri, makete).

Ocjenjivanje se ne može realizovati samo posredstvom testova i pismenih zadataka. Neophodno je vrednovati sve aktivnosti učenika u interaktivnoj raspravi u učionici u svrhu razrješavanja nove problemske situacije. Posredstvom usmenih odgovora učenika vrednuje se i ocjenjuje njihovo razumijevanje i sposobnost da svoje znanje primijene u izmijenjenim i novim situacijama, a ne samo deklarativno znanje (poznavanje definicija i formula).

U svakom polugodištu radi se po jedan pismeni zadatak. Izrada jenog pismenog zadatka traje dva školska časa.

Kao jedan od vidova eksperimentalnih zadataka predviđeno je da učenik u svakom razredu radi laboratorijske vježbe. Kad u školi ne postoje uslovi za realizaciju navedenih laboratorijskih vježbi, onda se mogu uraditi slične laboratorijske vježbe.

I. USLOVI ZA REALIZACIJU PREDMETA

a) Resursi za realizaciju predmetnog programa

Za izvođenje nastave fizike škola treba da ima specijalizovani kabinet sa odgovarajućom opremom, kao i odgovarajuću kompjutersku učionicu za određeni fond časova. Potrebno je u svakoj školi

oformiti stručnu biblioteku za svaki razred u okviru koje bi se nalazila literatura za obaveznu nastavu, za nastavu u okviru izbornog predmeta, kao i zbirke zadataka za takmičenja.

b) Profil i stručna sprema nastavnika

Nastavnik je osposobljen da predaje fiziku u gimnaziji ako je završio studije fizike (240 ECTS).

LITERATURA

1. Дмитриева Валентина Феофанова, Физика (учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования), „Академия“, Москва, 2003.
2. Hribar Marjan, Kocjančič Slavko, Likar Andrej, Oblak Seta, Pajk Bojan, Petruna Vincenc, Razpet Nada, Roblek Branko, Tomažič Fedor, Trampuš Miro, Mehanika in toplota (fizika za 1. in 2. letnik srednjih šol), „Modrijan“, Ljubljana, 2001.
3. Hribar Marjan, Kocjančič Slavko, Likar Andrej, Oblak Seta, Pajk Bojan, Petruna Vincenc, Razpet Nada, Roblek Branko, Tomažič Fedor, Trampuš Miro, Električna svetloba in snov (fizika za 3. in 4. letnik srednjih šol), „Modrijan“, Ljubljana, 2001.
4. Kladnik Rudolf, Fizika za srednješolce 1 (Gibanje, sila, snov), DZS, Ljubljana, 1996.
5. Kladnik Rudolf, Fizika za srednješolce 2 (Energija, toplota, zvok, svetloba), DZS, Ljubljana, 1997.
6. Kladnik Rudolf, Fizika za srednješolce 3 (Svet elektronov in atomov), DZS, Ljubljana, 1997.
7. Kladnik Rudolf, Fizika za srednješolce +1 (Pot k maturi), DZS, Ljubljana, 1996.
8. Paar Vladimir, Fizika (udžbenik za 1. razred gimnazije), „Školska knjiga“, Zagreb, 2004.
9. Paar Vladimir, Šips Vladimir, Fizika (udžbenik za 2. razred gimnazije), „Školska knjiga“, Zagreb, 2004.
10. Ognjanović Radovan, Mirković Jovan, Odabrana poglavlja fizike (udžbenik za 3. ili 4. razred gimnazije), Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica, 2012.
11. Paar Vladimir, Fizika (udžbenik za 3. razred gimnazije), „Školska knjiga“, Zagreb, 2005.
12. Paar Vladimir, Fizika (udžbenik za 4. razred gimnazije), „Školska knjiga“, Zagreb, 2004.
13. Predmetni programi Fizike iz država u regionu (Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina i Srbija)
14. Sliško Josip, Traparić Obrad, Fizika (udžbenik za 1. razred srednje škole), „Svjetlost“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, 1990.
15. Sliško Josip, Traparić Obrad, Fizika (udžbenik za 2. razred srednje škole), „Svjetlost“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, 1990.
16. Трофимова Таисия Ивановна, Курс физики, „Высшая школа“, Москва, 2003.
17. Vernić Elza, Mikuličić Branka, Vježbe iz fizike (priručnik za laboratorijski rad učenika srednjih škola), „Školska knjiga“, Zagreb, 2004.
18. Vukčević Labud, Burzan Dragiša, LABORATORIJSKE VJEŽBE IZ FIZIKE (za III i IV razred usmjerenog srednjeg obrazovanja), Republički Zavod za unapređivanja školstva, Titograd, 1981.
19. Яворский Б. М., Пинский А. А. Основы физики (учебник в 2 т.), ФИЗМАТЛИТ, Москва, 2003.
20. Яворский Б. М., Селезнев Ю. А., Физика, ФИЗМАТЛИТ, Москва, 2004.
21. Čaluković Nataša, Miranović Predrag, Fizika (udžbenik za 1. razred gimnazije), Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica, 2006.
22. Čaluković Nataša, Miranović Predrag, Fizika (udžbenik za 2. razred gimnazije), Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica, 2007.
23. Čaluković Nataša, Kadelburg Nataša, Šćepanović Mara, Fizika (udžbenik za 3. razred gimnazije), Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica, 2008.

Predmetni program Fizika za I, II, III i IV razred matematičke gimnazije, uradila je Komisija u sljedećem sastavu:

Prof. dr Mira Vučeljić, predsjednik

Djeljoš Djokaj, član

Radovan Ognjanović, član

U izradi Predmetnog programa korišćen je prethodno važeći Predmetni program zasnovan na ciljevima. Pored naših, u izradi Predmetnog programa konsultovani su i predmetni programi iz država u regionu: Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina i Srbija.

Nacionalni savjet za obrazovanje na sjednici održanoj 23. jula 2020. godine, utvrdio je **Predmetni program FIZIKA** za I, II, III i IV matematičke gimnazije.