



CRNA GORA
ZAVOD ZA ŠKOLSTVO

OPŠTA GIMNAZIJA

Predmetni program

FIZIKA

I, II, III i IV razred

Podgorica
2020.

SADRŽAJ

A. NAZIV PREDMETA	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	13
III RAZRED	21
IV RAZRED	28
F. DIDAKTIČKE PREPORUKE ZA REALIZACIJU PREDMETA.....	33
G. PRILAGOĐAVANJE PROGRAMA DJECI SA POSEBNIM OBRAZOVNIM POTREBAMA I NADARENIM UČENICIMA	36
H. VREDNOVANJE OBRAZOVNO-VASPITNIH ISHODA.....	36
I. USLOVI ZA REALIZACIJU PREDMETA	39

A. NAZIV PREDMETA

FIZIKA

B. ODREĐENJE PREDMETA

Nastava Fizike kao fundamentalne prirodne nauke razvija učeničke sposobnosti za proučavanje prirodnih pojava iz područja fizike tako što učenici¹ upoznaju i usvajaju jezik, kao i metode koje se koriste pri proučavanju fizičkih pojava, upoznaju se osnove glavnih koncepata i teorija koje uokviruju naša saznanja o materijalnom svijetu.

Učenik² se upoznaje sa uticajem koji otkrića u fizici imaju na razvoj tehnologije i naučne slike svijeta, saznaje osnovne 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 istraživanja i objašnjavanja pojava u okolini i daje mu priliku da stekne znanje, razumijevanje, vrijednosti, gledišta, zainteresovanost i spretnosti koji su neophodni za očuvanje i poboljšanje životne sredine.

Razred	Sedmični broj časova	Broj časova – obavezni dio	Broj časova – otvoreni dio	Ukupni broj časova	Teorijska nastava	Vježbe i ostali vidovi nastave
I	2	58	12	70	33-43%	57-67%
II	2	58	12	70	33-43%	57-67%
III	2	58	12	70	33-43%	57-67%
IV	2	53	11	64	33-43%	57-67%

Odnos vremena teorijske nastave/učenja i vremena predviđenog za vježbe i ostale vidove nastave/učenja, nastavnik Fizike određuje shodno sopstvenoj procjeni i izboru didaktičko-metodičke koncepcije ostvarivanja ishoda učenja.

C. CILJEVI PREDMETA

¹

Izrazi koji se u Predmetnom programu koriste za fizička lica u muškom rodu podrazumijevaju iste izraze u ženskom rodu.

Vaspitno-obrazovni ciljevi nastavnog predmeta Fizika su:

- sticanje osnovnih znanja potrebnih za razumijevanje fizičkih koncepata, zakona i teorije koje uobličavaju naše poglede o prirodi;
- razvijanje naučno-istraživačkog pristupa u posmatranju i analiziranju prirodnih pojava, kao i u sprovođenju eksperimenta i analiziranju eksperimentalnih rezultata;
- spoznaja egzaktnosti i primjenljivosti fizičkih znanja pri ovladavanju prirodom i pri funkcionisanju cjelokupne ljudske aktivnosti, kao i njihovu fundamentalnu ulogu u različitim strukama;
- razvijanje formalnog, kritičko-logičkog i sistemskog razmišljanja;
- utvrđivanje pozitivnog i odgovornog odnosa prema prirodi i uticaju fizike na društvo i njegov održivi razvoj;
- razvoj digitalnih kompetencija tokom eksperimentalno-grupnog rada razmjenom ideja i rezultata.

D. POVEZANOST SA DRUGIM PREDMETIMA I MEĐUPREDMETNIM TEMAMA

Fizika kao dio prirodno-matematičke oblasti kurikuluma povezana je sa opšteobrazovnim predmetima: Hemija, Biologija i Geografija. Između navedenih predmeta i Fizike postoji vertikalno i horizontalno povezivanje sadržaja čime se omogućava pristup zajedničkim konceptima: energije i zakona održanja energije, kretanja, čestične građe supstancije i međudjelovanja. Fizika kao nauka često koristi matematička znanja za opis fizičkih zakona, zbog čega je važno uskladiti veze s matematičkom oblašću kurikuluma.

Za prikaz eksperimenata, računarskih 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 odgovorno ponašanje prema prirodi sastavni su dio ishoda učenja Fizike i doprinose realizaciji ishoda međupredmetnih tema *Preduzetništvo i Održivi razvoj*.

E. OBRAZOVNO-VASPIITNI ISHODI PREDMETA

I RAZRED

Obrazovno-vaspiti ishod 1.1 (Fizičke veličine i fizički zakoni. Mjerenje fizičke veličine)

Na kraju učenja učenik će moći da analizira izvršena mjerenja i procijenjenu grešku.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni pojmove: *fizička pojava, hipoteza, zakon, teorija*;
- razlikuje hipotezu od naučne teorije;
- objasni pojmove model i naučna idealizacija;
- objasni da fizička veličina opisuje osobinu tijela ili pojave;
- vrijednost fizičke veličine izrazi brojnomo vrijednošću i jedinicom;
- navede osnovne jedinice SI;
- odredi jedinicu izvedene fizičke veličine na osnovu poznatih osnovnih jedinica i veze između fizičkih veličina;
- koristi prefikse (dekadne i decimalne faktore);
- objasni što je mjerenje;
- izračuna apsolutnu, relativnu i procentualnu relativnu grešku mjerenja;
- primijeni sadržaje obrazovno-vaspiti ishoda 1.1 (Fizičke veličine i fizički zakoni. Mjerenje fizičke veličine) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspiti ishoda

a) Sadržaji/pojmovi:

fizička pojava, hipoteza, zakon, teorija, naučni model, fizička veličina, SI, prefiksi jedinica, promjena fizičke veličine f ($\Delta f = f_{KON} - f_{POC}$), trenutak i interval vremena, mjerenje, srednja vrijednost rezultata mjerenja, apsolutna greška, relativna i procentualna relativna greška.

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- navode primjere gdje se koristi naučni metod, na osnovu znanja iz fizike iz osnovne škole;
- analiziraju pojam *slobodno tijelo* kao naučnu idealizaciju;
- pretvaraju vrijednosti fizičkih veličina iz većih u manje jedinice i obrnuto;
- analiziraju jedinice fizičkih veličina (npr. za masu kilogram, a za težinu njutn);
- određuju jedinice izvedenih fizičkih veličina pomoću osnovnih;
- uoče što je promjena fizičke veličine;
- izračunavaju promjene fizičke veličine u konkretnim primjerima;
- rade laboratorijsku vježbu „Mjerenje i greške mjerenja – određivanje površine“;
- rješavaju test na temu: *Fizičke veličine i fizički zakoni. Mjerenje fizičke veličine.*

c) Broj časova realizacije (okvirno): 6 časova

Obrazovno-vaspitni ishod 1.2 (Kinematika)

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

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- uoči da je mirovanje i kretanje tijela relativno;
- razlikuje *pravolinijsko* i *krivolinijsko kretanje*;
- definiše pojam *materijalna tačka*;
- definiše šta je *referentni sistem*;
- objasni šta je *vektor položaja*;
- objasni šta je *pomjeraj*;
- definiše vezu između vektora položaja i pomjeraja;
- objasni put i pomjeraj materijalne tačke na kraju intervala vremena;
- odredi *normalnu projekciju pomjeraja* (za ugao $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ između vektora i ose).
- razlikuje srednju i trenutnu brzinu;
- zna šta je *srednja putna brzina*;
- objasni šta je *srednja pomjerajna brzina*;
- objasni šta je *trenutna brzina*;
- analizira pravac i smjer *vektora 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;
- uoči da je srednja brzina pri pravolinijskom ravnomjernom kretanju jednaka trenutnoj brzini;
- definiše šta je relativna brzina jednog tijela u odnosu na drugo tijelo (u slučaju kada se oba tijela kreću);
- objasni šta je *ubrzanje* i odredi ga;
- razlikuje pravolinijsko ubrzano, ravnomjerno i usporeno kretanje;
- uoči da znak i vrijednost (projekcije) ubrzanja zavise od promjene brzine;
- objasni naziv *pravolinijsko ravnomjerno ubrzano kretanje*;
- objasni da je kod krivolinijskog kretanja ubrzanje različito od nule;
- razlikuje tangencijalno i normalno ubrzanje;
- objasni šta je *početna brzina*;
- analizira grafike zavisnosti ubrzanja, brzine i koordinate od vremena;
- definiše formule za brzinu i koordinate i vezu među njima.
- objasni šta je ubrzanje slobodnog pada, tj. ubrzanje Zemljine teže ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$);
- definiše 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 (ubrzanjem $\pm g$);
- izračuna interval vremena za koje tijelo prelazi karakteristične djelove putanje;
- odredi vektor brzine tijela u karakterističnim tačkama putanje;
- rastavi na komponente vektor brzine pri složenom kretanju tijela;
- izračuna *dužinu kružnog luka*;
- objasni šta je *linijska*, a šta *ugaona brzina*;
- definiše *period* i *frekvenciju*;
- analizira kružno ravnomjerno kretanje;
- objasni definiciju ugaonog ubrzanja;
- izračuna ugaonu brzinu i ugaono ubrzanje pri kružnom ravnomjerno ubrzanom kretanju;
- objasni od čega i kako zavisi normalno (radijalno) ubrzanje materijalne tačke;
- uoči da je *apsolutno kruto tijelo* idealizovani objekat stalnog oblika i zapremine;
- razlikuje i definiše translatorno i rotaciono kretanje krutog tijela;
- objasni definiciju ugaonog ubrzanja;
- analizira pravac i smjer ugaone brzine i ugaonog ubrzanja pri ravnomjerno ubrzanom rotacionom kretanju tijela;
- objasni i primijeni analogiju veličina i formula za translatorno kretanje sa odgovarajućim veličinama i formulama za rotaciono kretanje;
- primijeni sadržaje 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, normalne projekcije pomjeraja, srednja putna brzina, srednja pomjerajna brzina, trenutna brzina, vektor trenutne brzine, ravnomjerno i neravnomjerno kretanje, pravolinijsko ravnomjerno kretanje, grafik brzine i koordinate tijela u zavisnosi od vremena, relativna brzina, ubrzanje, pravolinijsko kretanje sa stalnim ubrzanjem, ubrzanje kod krivolinijskog kretanja (tangencijalno i normalno ubrzanje), pravolinijsko ravnomjerno promjenljivo kretanje, slobodni pad tijela, pad tijela u vazduhu, vertikalni hitac (naviše i naniže), složeno kretanje; horizontalni hitac- kružno kretanje materijalne tačke, ugaoni pomjeraj i opisani ugao, ugaona brzina, veza linijske i ugaone brzine, kružno ravnomjerno kretanje, normalno ubrzanje, ugaono ubrzanje, kružno ravnomjerno ubrzano kretanje, apsolutno kruto tijelo, rotacija apsolutno krutog tijela oko nepokretne ose

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- navode svoje primjere relativnih kretanja;
- određuju 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 (i osobina kvadrata i jednakostraničnog trougla) određuju normalnu projekciju vektora brzine na osu sa kojom zaklapa ugao $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$;
- primjenom vrijednosti funkcije $\sin \alpha$ (ili $\cos \alpha$) određuju normalnu projekciju brzine na osu s kojom zaklapa ugao $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$;
- određuju srednju brzinu;
- proučavaju pojam trenutne brzine pomoću srednje brzine u vrlo kratkom vremenskom intervalu;
- crtaju grafičku zavisnost koordinate od vremena za pravolinijska ravnomjerna kretanja različitim brzinama;
- izračunavaju relativnu brzinu;
- navode primjere ravnomjernog ubrzanog i ravnomjernog usporenog kretanja;
- određuju ubrzanje na raznim primjerima tako da dolaze do pojma negativnog ubrzanja;
- proučavaju razlaganje ubrzanja (kod krivolinijskog kretanja) na tangencijalno i normalno;
- u jednoj tabeli klasifikuju mehanička kretanja na četiri 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 vektora brzine i ubrzanja pri ravnomjerno ubrzanom i ravnomjerno usporenom kretanju;
- koristeći zakone ravnomjernog promjenljivog kretanja izračunavaju nepoznate veličine;
- crtaju grafike zavisnosti ubrzanja, brzine i koordinate od vremena;
- određuju vezu intenziteta brzine i nagibnog ugla prave $x(t)$;
- određuju brzinu i put tijela koja slobodno padaju;
- analiziraju iz literature podatke o eksperimentima G. Galileja (klizanje tijela niz strmu ravan, pad tijela sa tornja), R. Bojla (pad tijela u vakumiranoj cijevi) i K. Hajgensa (određivanje ubrzanja g u blizini Zemlje);
- posmatraju vertikalni hitac uz demonstraciju;
- korišćenjem zakona vertikalnog hica naniže i naviše određuju nepoznate veličine;
- proučavaju rastavljanje vektora brzine na komponente;
- određuju komponente vektora brzine pri horizontalnom hicu;
- izračunavaju dužinu kružnog luka ako znaju ugao i poluprečnik;
- određuju frekvenciju ako znaju period i obrnuto;
- navode primjere kružnog ravnomjernog kretanja;
- određuju zavisnost linijske i ugaone brzine;
- posmatraju demonstraciju za razne primjere translatornog i rotacionog kretanja;
- crtaju vektore brzine i ubrzanja kod ravnomjerne rotacije krutog tijela;
- po analogiji sa veličinama i formulama za translatorno kretanje, određuju odgovarajuće veličine i formule za rotaciono kretanje;
- uvježbavaju računске i eksperimentalne zadatke iz teme *Kinematika*;
- rješavaju test na temu: *Kinematika*.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 22 časova

Obrazovno-vaspitni ishod 1.3 (Dinamika)

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

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni šta je slobodno (izolovano) tijelo i slobodna materijalna tačka;
- definiše *inercijalni sistem referencije*;
- razlikuje *geocentrični* i *heliocentrični sistem referencije*;
- objasni *Galilejeve transformacije koordinata*;
- objasni *klasični zakon sabiranja brzina*;
- definiše *Galilejev princip relativnosti*;
- objasni sadržaje *I Njutnovog zakona*;
- uoči da promjena brzine (intenziteta ili pravca) pokazuje postojanje ili odsustvo spoljašnjeg djelovanja;
- objasni šta je *sila*;
- objasni da je *masa* mjera inercije tijela;
- objasni sadržaje *II Njutnovog zakona* i primjenjuje ga;
- izrazi vezu jedinice za silu sa osnovnim jedinicama za vrijeme, dužinu i masu;
- objasni *princip superpozicije sila*;
- objasni sadržaje Njutnovog zakona o akciji i reakciji;
- definiše *impuls tijela*;
- izrazi *II Njutnov zakon* pomoću promjene impulsa;
- objasni *opšti oblik zakona održanja*;
- objasni *zakon održanja impulsa*;
- analizira primjere primjene zakona održanja impulsa;
- objasni i primijeni Njutnov zakon gravitacije;
- definiše 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 tumači ograničenost njegovog važenja;
- razlikuje *trenje mirovanja, trenje klizanja i trenje kotrljanja*;
- definiše *silu trenja klizanja*;
- 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;
- objasni da sila utiče na obrtanje tijela;
- odredi *moment sile* (\vec{M});
- izrazi intenzitet momenta sile kao proizvod sile i kraka sile;
- odredi *moment impulsa* (\vec{L});
- definiše vezu između momenta impulsa, momenta inercije i ugaone brzine krutog tijela;
- analizira zakon održanja momenta impulsa;
- primijeni sadržaje 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, I Njutnov zakon, II Njutnov zakon, sila, masa, ubrzanje, princip superpozicije sila, III Njutnov zakon, impuls tijela, promjena impulsa tijela, impuls sile, zakon održanja impulsa, izolovani sistem, unutrašnje sile, gravitaciona sila, sila teže, ubrzanje slobodnog pada 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, osnovni zakon dinamike rotacionog kretanja, zakon održanja momenta impulsa

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- navode primjere pojave inercije;
- posmatraju pomjeranje suda sa vodom u kojoj pliva parče drveta;
- upoređuje brzinu čovjeka u podne i u ponoć u heliocentričnom sistemu referencije;
- određuju izraz za transformacije koordinata;
- uz pomoć nastavnika, određuju izraz za sabiranje brzina;
- određuju gdje je tačnije primijeniti I Njutnov zakon: u geocentričnom ili heliocentričnom sistemu referencije;
- eksperimentalno proučavaju zakon inercije (izvlačenje papira ispod novčića i sl.);
- eksperimentima proučavaju da se tijelo može kretati bez spoljašnje interakcije;
- koristeći II Njutnov zakon određuju nepoznate veličine;
- određuju 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;
- proučavaju II 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.

- određuju jedinicu za impuls;
- određuju promjene impulsa i tako dolaze do izraza za impuls sile; dolaze do formulacije II Njutnovog zakona pomoću promjene impulsa;
- u raznim slučajevima pomoću zakona održanja impulsa određuju nepoznate veličine;
- posmatraju i analiziraju sudare tijela;
- rade zadatke primjenom Njutnovog zakona gravitacije;
- analiziraju tablicu ubrzanja slobodnog pada za planete Sunčevog sistema;
- određuju izraz za prvu kosmičku brzinu;
- posmatraju plastične i elastične deformacije;
- proučavaju silu elastičnosti i mehanički model kristala;
- proučavaju silu normalne reakcije podloge i silu zatezanja niti;
- određuju apsolutno istezanje i silu i crtaju grafičku zavisnost ove dvije veličine;
- analiziraju pomjeranje knjige po stolu i objašnjavaju zašto sila trenja ne zavisi od veličine dodirne površi knjige i stola;
- analiziraju koeficijente trenja mirovanja i klizanja za nekoliko materijala;
- uvježbavaju zadatke primjenom Njutnovih zakona;
- uvježbavaju zadatke primjenom zakona održanja impulsa;
- izračunavaju moment inercije za pravilna geometrijska tijela;
- posmatraju uticaj kraka sile kod rotacionog kretanja;
- koristeći se analogijama i poznavanjem izraza dinamike translatornog kretanja, pišu i usvajaju izraze rotacionog kretanja;
- koristeći se zakonom održanja momenta impulsa određuju nepoznate veličine;
- uvježbavaju kvalitativne, računске i eksperimentalne zadatke;
- 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): 26 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 i razlaganje sila koje djeluju na materijalnu tačku ili kruto tijelo;
- definiše šta je spreg sila;
- objasni šta je težište tijela;

- primijeni uslove ravnoteže materijalne tačke;
- primijeni uslove ravnoteže krutog tijela;
- primijeni sadržaje 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

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- analiziraju slaganje i razlaganje sila;
- određuju težište tijela u konkretnim primjerima;
- analiziraju uslove ravnoteže tijela (poluga, klackalica);
- usvajaju znanje o spregu sila u konkretnim primjerima;
- uvježbavaju kvalitativne, računске i eksperimentalne zadatke;
- rješavaju test na temu: *Statika*.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 4 časa

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 učenici će moći da:

- usvajaju znanje o spregu sila u konkretnim primjerima;
- navede kada je rad pozitivan, negativan ili jednak nuli;
- objasni rad sile reakcije podloge, sile trenja i sile teže;
- definiše jedinicu za rad;
- uoči da je snaga brzina vršenja rada;
- objasni 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;
- definiše princip minimuma potencijalne energije;
- objasni stabilnu, labilnu i indiferentnu ravnotežu na osnovu principa minimuma potencijalne energije;
- definiše kinetičku energija tijela;
- izvede izraz za kinetičku energiju;
- izvede izraz za zaustavni put;
- objasni šta je ukupna mehanička energija;
- objasni šta je konzervativan sistem;
- analizira zakon održanja ukupne mehaničke energije;
- primijeni zakon održanja ukupne mehaničke energije;
- objasni sadržaje zakona održanja energije;
- primijeni zakon održanja energije.
- definiše apsolutno neelastičan sudar;
- definiše apsolutno elastičan sudar;
- analizira 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 sadržaje 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, srednja snaga i trenutna snaga, potencijalna energija, konzervativna sila, gravitaciona potencijalna energija, potencijalna energija elastičnosti, kinetička energija, teorema o radu i kinetičkoj energiji, zakon održanja mehaničke energije, apsolutno neelastičan sudar, apsolutno elastičan sudar

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- posmatraju kretanje tijela po podlozi i posmatraju dalje kretanje tijela do zaustavljanja;
- računaju rad pri podizanju tijela obješenog o kraj silometra;
- analiziraju snagu pri podizanju tijela obješenog o kraj dinamometra;
- provjeravaju da li je sila teže konzervativna sila;
- određuju rad sile elastičnosti;
- određuju rad konstantne sile i određuju izraz za kinetičku energiju;
- proučavaju određivanje zaustavnog puta u različitim primjerima;
- upoređuju podatke za zaustavni put automobila na suvom i vlažnom asfaltu pri različitim početnim brzinama;
- analiziraju tablicu vrijednosti energije fizičkih objekata i pojava (od molekula vazduha na sobnoj temperaturi 10^{-21} J do zračenja radiogalaksije 10^{55} J);
- 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;
- uvježbavaju 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): 12 časova

Obrazovno-vaspitni ishod 2.2 (Elementi mehanike fluida)

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

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- definiše Paskalov zakon;
- navede izraz za hidrostatički pritisak;
- objasni "hidrostatički paradoks";
- izračuna pritisak pomoću manometra;
- objasni atmosferski pritisak;
- analizira izraz za silu potiska;
- definiše Arhimedov zakon;
- primijeni Arhimedov zakon;
- 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;
- primijeni sadržaje 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

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- navode da je pritisak tečnosti isti u svim smjerovima na istoj dubini;
- upoređuju pritiske tečnosti na različitim dubinama;
- upoređuju pritiske različitih tečnosti na istim dubinama;
- proučavaju Arhimedov zakon;
- proučavaju oglede sa proticanjem tečnosti kroz cijevi različitih poprečnih presjeka;
- analiziraju (laminarno i turbulentno) proticanje krvi prilikom mjerenja krvnog pritiska;
- proučavaju da pomoću zakona održanja energije dolaze do izraza za Bernulijevu jednačinu;
- analiziraju primjene Bernulijeve jednačine (Toričelijeva teorema, Pitoova cijev, Venturijeva cijev);
- uvježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka;
- riješavaju 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): 8 časova

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

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

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- definiše *atomska jedinica mase*;
- objasni šta je *molarna masa*;
- definiše odnos mase atoma i molekula sa atomskom jedinicom mase;
- objasni šta je *mol*;
- uoči šta predstavlja *Avogadrov broj*;
- analizira molekularnu strukturu vode;

- objasni zavisnosti agregatnih stanja supstancije od spoljašnjih uslova;
- definiše *idealni gas*;
- objasni mikroskopske i makroskopske parametre sistema velikog broja čestica;
- analizira *statističke intervale* i *srednju vrijednost fizičke veličine*;
- odredi statističke intervale i srednje vrijednosti fizičke veličine;
- tumači vezu srednje kinetičke energije i temperature (T);
- objasni izraz za *srednju kvadratnu brzinu*;
- pretvori vrijednost temperature iz celzijusovske u kelvinovsku skalu i obrnuto;
- objasni članove u *osnovnoj jednačini kinetičke teorije gasova*;
- primijeni *Daltonov zakon parcijalnih pritisaka*;
- izvede *jednačinu stanja idealnog gasa* (polazeći od osnovne jednačine kinetičke teorije gasova);
- definiše *Avogadrov zakon*;
- primijeni zakone idealnog gasa (*Bojl-Mariotov, Gej-Lisakov i Šarlov*) izražene pomoću apsolutne temperature;
- primijeni sadržaje obrazovno-vaspitnog ishoda 2.3 (Osnove molekularno-kinetičke teorije) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog 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, Šternov eksperiment, brzine čestica gasa, temperatura i srednja kinetička energija molekula, osnovna jednačina kinetičke teorije gasova, Daltonov zakon, jednačina stanja idealnog gasa, izoprocesi (Bojl-Mariotov, Gej-Lisakov i Šarlov), zakoni izoprocesa

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- analiziraju strukturu atoma;
- proučavaju oznaku hemijskog elementa ${}^A_Z\text{X}$;
- korišćenjem Periodnog sistema (relativne atomske mase) određuju molarnu masu elementa;
- izračunavaju zapreminu koju bi imali N_A zrna pirinča sl.;
- analiziraju agregatna stanja supstancija;
- usvajaju osnovne pretpostavke modela idealnog gasa;
- usvajaju znanja o statističkom metodu proučavanja idealnog gasa;
- određuju statistički interval za fizičku veličinu (ili starost učenika jednog odjeljenja 2. razreda $\overline{g_2} - \Delta g_2 < g_2 < \overline{g_2} + \Delta g_2$ i srednju vrijednost starosti za učenike četiri razreda $\overline{g} = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^4 g_i \cdot \Delta g_i$;
- iz izraza za srednju kinetičku energiju molekula određuju izraz za srednju kvadratnu brzinu;

- analiziraju primjere koji ilustruju rezultat atmosferskog pritiska (*Magdeburške polulopte*) limenka iz koje je isisan vazduh, djelovanje na živa bića...);
- proučavaju Daltonov zakon;
- analizom modela idealnog gasa dolaze do jednačine koja opisuje stanje idealnog gasa;
- proučavaju izo-procese u različitim koordinatnim sistemima ($p-V$, $p-T$, $V-T$);
- uvježbavaju kvalitativne, računске i eksperimentalne zadatka;
- rješavaju test na temu: *Osnove molekularno-kinetičke teorije*.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 12 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:

- odredi unutrašnju energiju idealnog gasa;
- objasni da se zagrijavanjem tijela njegova unutrašnja energija povećava, a hlađenjem smanjuje;
- definiše količinu toplote;
- odredi rad gasa pri izoprocesima idealnog gasa;
- objasni sadržaje *prvog zakona termodinamike*;
- primijeni prvi princip termodinamike pri izoprocesima;
- objasni zašto su hladnjak i grijač neophodni za ciklično vršenje mehaničkog rada toplotnog motora;
- odredi koeficijent korisnog dejstva toplotnog uređaja;
- uoči da je uvijek koeficijent korisnog dejstva manji od jedinice;
- objasni uticaj toplotnih motora na kvalitet životne sredine;
- razlikuje povratne i nepovratne procese;
- definiše difuziju kao primjer nepovratnog procesa;
- objasni najmanje dvije formulacije *drugog zakona termodinamike*;
- primijeni sadržaje 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 (jednoatomske) 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, toplotni motori, rad koji izvrši toplotni motor, KKD toplotnog ciklusa, toplotni motori i očuvanje životne sredine, drugi zakon termodinamike, smjer toplotnih procesa, difuzija, statističko tumačenje drugog zakona termodinamike

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- analiziraju 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;
- polazeći od definicije KKD, određuju 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);
- rade seminarske radove i prezentuju radove na temu: *Toplotni motori i očuvanje životne sredine*;
- posmatraju pojavu difuzije;
- navode povratne i nepovratne procese;
- određuju smjer nepovratnih procesa;
- uvježbavaju 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): 10 časova

Obrazovno-vaspitni ishod 2.5 (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:

- definiše šta je neutralno, a šta naelektrisano tijelo;
- objasni da postoje dva suprotna naelektrisanja 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;
- analizira koliko je puta veća elektrostatička od gravitacione sile kojima interaguju dvije čestice,
- objasni šta je električno polje;
- uoči kako električno polje djeluje na tačkasto naelektrisanje;
- objasni jačinu električnog polja;
- definiše silnice (linije sile) električnog polja i kako se pomoću njih predstavlja električno polje;
- objasni šta je homogeno električno polje;
- analizira primjere električnog polja između isto i suprotno naelektrisanih tačkastih naelektrisanja;
- definiše princip superpozicije elektrostatičkih polja;

- objasni šta su slobodna i vezana naelektrisanja;
- razlikuje provodnike, dielektrike i poluprovodnike;
- objasni orijentaciju polarnih molekula u elektrostatičkom polju;
- definiše relativnu dielektričnu konstantu;
- objasni elektrostatičku indukciju;
- uoči da rad električne sile ne zavisi od oblika putanje tačkastog naelektrisanja;
- objasni šta je potencijal;
- objasni šta su ekvipotencijalne linije i ekvipotencijalne površi;
- analizira vezu između izvršenog rada i napona između početne i konačne tačke pomjeraja ($A = qU$);
- objasni vezu razlike potencijala i jačine homogenog elektrostatičkog polja;
- objasni kako se određuje kapacitet usamljenog provodnika;
- definiše kapacitet ($C = q/U$) kondenzatora;
- izračuna kapacitet ravnog pločastog kondenzatora;
- izračuna ukupni kapacitet redno i paralelno povezanih kondenzatora;
- definiše energiju elektrostatičkog polja u ravnom kondenzatoru;
- objasni od čega i kako zavisi zapreminska gustina energije elektrostatičkog polja;
- primijeni sadržaje obrazovno-vaspitnog ishoda 2.5 (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, elektrostatičko polje u suspstanciji, slobodna i vezana naelektrisanja, provodnik, dielektrik i poluprovodnik, dielektrik u elektrostatičkom polju, polarni i nepolarni dielektrik, provodnik u elektrostatičkom polju, elektrostatička indukcija, elektrostatička zaštita, 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, 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, energija elektrostatičkog polja, potencijalna energija kondenzatora, zapreminska gustina energije elektrostatičkog polja

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- pomoću elektroskopa analiziraju razlike između pozitivnog i negativnog naelektrisanja;

- usvajaju znanja u vezi sa korišćenjem elektrizacije (papir, toner...) tijela za rad fotokopirnog aparata;
- navode izraz za kulonovsku silu u različitim sredinama i uočavaju gdje je sila najveća;
- pomoću grafika proučavaju zavisnost intenziteta kulonovske sile od rastojanja između tačkastih naelektrisanja;
- pomoću grafika analiziraju 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;
- 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;
- određuju rad gravitacione i elektrostatičke sile pri kretanju čestice u vertikalnom homogenom elektrostatičkom polju;
- crtaju ekvipotencijalne linije u konkretnim slučajevima;
- proučavaju analogije (pronalaze sličnosti i razlike) fizičkih veličina kojima se opisuje elektrostatičko i gravitaciono polje;
- koristeći analogiju sa spojenim sudovima (masa tečnosti - naelektrisanje, pritisak - potencijal) analiziraju potencijale dvije naelektrisane lopte različitih poluprečnika kada se spoje provodnikom;
- određuju izraz za kapacitet usamljene sfere poluprečnika R ;
- posmatraju kako se može mijenjati kapacitet kondenzatora;
- proučavaju vezu kondenzatora (redno i paralelno) 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;
- rješavaju kvalitativne računске i eksperimentalne zadatka;
- rješavaju test na temu: *Elektrostatika*.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 16 časova

III RAZRED

Obrazovno-vaspitni ishod 3.1 (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:

- objasni uslove za postojanje električne struje;
- definiše smjer električne struje;
- definiše jačinu 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;
- definiše Omov zakon za dio kola;
- primijeni Omov zakon za dio kola;
- definiše 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;
- izračuna ekvivalentni otpor redno vezanih otpornika;
- izračuna ekvivalentni otpor paralelno vezanih otpornika;
- objasni sadržaje 1. Kirhofovog pravila;
- objasni sadržaje 2. Kirhofovog pravila;
- primijeni Kirhofova pravila;
- primijeni sadržaje Omovog zakona za cijelo kolo;
- pravilno poveže ampermetar u električno kolo;
- pravilno poveže voltmetar u električno kolo;
- promijeni mjerni opseg ampermetra i voltmetra korišćenjem otpornika;
- uoči kako snaga električne struje zavisi od napona i jačine struje;
- objasni sadržaje Džul-Lencovog zakona;
- primijeni Džul-Lencov zakon;
- primijeni sadržaje obrazovno-vaspitnog ishoda 3.1 (Stalna električna struja) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog 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, strana 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, elektroni,

vezivanje otpornika, hidrodinamičke analogije redno i paralelno vezanih otpornika, Kirhofova pravila, Omov zakon za zatvoreno kolo, mjerenje jačine struje i napona, ampermetar, voltmetar, toplotno djelovanje električne struje, Džul-Lencov zakon

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- uvježbavaju sastavljanje električnog kola stalne struje i objašnjavaju njegove elemente,
- proučavaju analogiju djelovanja izvora struje i pumpe za vodu,
- određuju izraz za elektromotornu silu i razliku između nje i napona na krajevima izvora,
- određuju jačinu struje i napon pomoću ampermetra i voltmetra i za konstantan otpor otpornika crtaju grafik zavisnosti $I = f(U)$,
- određuju ekvivalentni otpor,
- objašnjavaju putanju slobodnog elektrona kroz provodnik pod dejstvom električnog polja pri različitim temperaturama,
- analiziraju nastanak nosioca struje u poluprovodniku,
- uz pomoć grafika analiziraju 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,
- analiziraju putanju slobodnog elektrona kroz provodnik pod dejstvom električnog polja pri različitim temperaturama,
- usvajaju znanja u vezi sa nastankom nosioca struje u poluprovodniku,
- uz pomoć grafika analiziraju 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,
- proučavaju zakona održanja naelektrisanja da bi definisali 1. Kirhofovo pravilo,
- uče se pravilima za primjenu 2. Kirhofovog pravila,
- primjenjuju naučene zakone iz električne struje,
- uvježbavaju vezivanje ampermetra i voltmetra u električno kolo,
- proračunavaju vrijednosti dodatnih otpornika za promjenu mjernog instrumenta ampermetra i voltmetra,
- rade ogled sa zagrijavanjem vode električnim grijačem,
- rješavaju kvalitativne, računске i eksperimentalne zadatke,
- rješavaju test na temu: *Stalna električna struja*,
- rade laboratorijsku vježbu: *Mjerenje električnog otpora (Vitstonov most)*.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 12 časova

Obrazovno-vaspitni ishod 3.2. (Magnetizam i elektromagnetna indukcija)

Na kraju učenja učenik će moći da analizira osobine permanentnih magneta, vezu između električne struje i magnetizma, analizira 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 čemu je jednaka magnetna indukcija u dugom induktivnom klemu;
- 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 akceleratora i masenog spektrometra;
- 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 indukovani pomjeranjem provodnika u magnetnom polju;
- tumači koliki se napon indukuje u klemu;
- 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 3.2 (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 stalne struje, vektor indukcije magnetnog polja, linije indukcije magnetnog polja, princip superpozicije magnetnog polja, magnetizam Zemlje, Amperova sila, magnetno polje električne struje, interakcija paralelnih strujnih provodnika, djelovanje magnetnog polja na naelektrisanu česticu koja se kreće, Lorencova sila, 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 transformatora

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 oglede sa strujnim provodnikom u polju potkovičastog magneta i na osnovu toga mjere intenzitet magnetne sile i određuju njen pravac i smjer,
- posmatraju međudjelovanje strujnih provodnika,
- analiziraju demonstraciju rada masenog spektrografa na računaru,
- određuju rad pri promjeni jačine struje u konturi stalnog oblika da bi došli do izraza za energiju magnetnog polja,
- izračunavaju fluks homogenog magnetnog polja kroz površ žičanog rama za različite uglove (0° , 30° , 45° , 60° , 90°) između površi i silnica,
- posmatraju oglede kojim se pokazuje da je veličina indukovano napona srazmjerna broju navojaka zavojnice u koju se umeće šipkasti magnet,
- posmatraju demonstraciju Lencovog pravila u ogledu sa zavojnicom školskog transformatora i bifilarno obješenim aluminijumskim prstenom,
- rade oglede sa magnetofonom (kasetofonom),
- posmatraju princip transformacije naizmjeničnog napona pri korišćenju školskog transformatora (220V/6V),
- rješavaju kvalitativne, računске i eksperimentalne zadatke,
- rješavaju test na temu: *Magnetizam i elektromagnetna indukcija*.

c) Broj časova realizacije (okvirno): 14 časova

Obrazovno-vaspitni ishod 3.3 (Mehaničke oscilacije i talasi)

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

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- definiše osnovne fizičke veličine kojim se opisuju oscilacije (period, frekvencija, amplituda);
- objasni zavisnost elongacije, brzine i ubrzanja od vremena za tijelo koje harmonijski osciluje;
- definiše zavisnost ukupne mehaničke energije oscilovanja od kvadrata amplitude;
- definiše izraz za period oscilovanja opružnog klatna;
- objasni čemu je jednak period oscilovanja matematičkog klatna;
- razlikuje prigušene i neprigušene oscilacije;
- uoči da se amplituda smanjuje kod prigušenih oscilacija;
- razlikuje prigušene i prinudne oscilacije;
- razlikuje sopstvenu i prinudnu frekvenciju;
- objasni pojavu rezonancije;
- objasni šta je talas;
- razlikuje poprečne(transverzalne) i uzdužne(longitudinalne) talase;
- objasni šta je talasna dužina;

- analizira vezu između talasne dužine, frekvencije i brzine talasa;
- razlikuje progresivne i stojeće talase;
- navodi brzinu transversalnog talasa duž zategnute žice;
- odredi brzinu longitudinalnog talasa u tečnim, gasovitim i čvrstim tijelima;
- odredi energiju i intenzitet mehaničkog talasa;
- objasni šta je superpozicija talasa;
- definiše jednačinu stojećeg talasa;
- objasni raspodjelu energije duž stojećeg talasa;
- objasni šta je zvuk i koje vrste zvuka postoje;
- uoči da brzina zvuka ne zavisi od njegove frekvencije;
- objasni osnovne karakteristike tona;
- objasni izvore i prijemnike zvuka;
- primijeni zakon odbijanja zvuka;
- primijeni zakon prelamanja zvuka;
- analizira kako se mijenja frekvencija koju prima prijemnik kada se sam kreće ili kada se kreće izvor;
- izračuna i analizira kvalitativne računске i eksperimentalne zadatke iz teme: *Mehaničke oscilacije i talasi*;
- primijeni sadržaje obrazovno-vaspitnog ishoda 3.3 (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, prigušene oscilacije, prinudne oscilacije-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,
- 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,
- 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,
- analiziraju zašto se poprečni talasi ne prostiru kroz gas i tečnost,
- analiziraju elongacije i položaj čestica poslije 1, 2, 3. i 4. 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 analiziraju stojeće talase različitih frekvencija,
- posmatraju i opisuju superpoziciju dva talasa i izvode jednačinu i analiziraju stojeći talas, elemente i raspodjelu energije,
- 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): 18 časova

Obrazovno-vaspitni ishod 3.4 (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,
- definiše Tomsonov obrazac za period sopstvenih elektromagnetnih oscilacija,
- objasni kako se dobija naizmjenični napon,
- objasni princip rada generatora naizmjenične struje,
- definiše naizmjeničnu struju,
- objasni 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,
- izračuna maksimalne i efektivne vrijednosti jačine struje i napona,
- objasni šta je srednja električna snaga,
- definiše povezanost električnog i magnetnog polja,
- objasni kako dipol emituje elektromagnetni talas,
- definiše brzinu elektromagnetnog talasa,
- definiše energiju i zapreminsku gustinu energije elektromagnetnog polja,

- analizira vrste i osnovne osobine elektromagnetnih talasa (spektar),
- izračuna i analizira kvalitativne računске i eksperimentalne zadatke: *Elektromagnetne oscilacije i talasi*,
- primijeni sadržaje obrazovno-vaspitanog ishoda 3.4 (Elektromagnetne oscilacije i talasi) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitanog ishoda

a) Sadržaji/pojmovi:

elektromagnetne oscilacije u LC oscilatornoj konturi, razmjena energije između električnog i magnetnog polja, naizmjenična struja, kolo naizmjenične struje, aktivni otpor, induktivni otpor, kapacitivni otpor, Ohmov zakon za električno kolo naizmjenične struje, rezonancija u kolu naizmjenične struje, snaga naizmjenične struje, efektivna vrijednost jačine struje i napona, indukcija promjenljivog električnog i magnetnog polja, brzina prostiranja, 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,
- koriste rotirajuće vektore za prikazivanje odnosa jačine struje i napona kod induktivnog kalema i kondenzatora,
- izvode izraz za efektivne vrijednosti jačine struje,
- 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,
- proučavaju podatke o intervalima talasnih dužina koji odgovaraju određenim bojama,
- analiziraju 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): 14 časova

IV RAZRED

Obrazovno-vaspitni ishod 4.1 (Geometrijska optika)

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

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- objasni šta je svjetlosni zrak;
- objasni kako se određuje brzina svjetlosti;
- objasni šta je indeks prelamanja supstancije;
- definiše zakon odbijanja svjetlosti;
- definiše zakon prelamanja svjetlosti;
- izračuna prividnu dubinu tijela;
- objasni šta je totalna refleksija;
- objasni pojavu disperzije svjetlosti;
- analizira kako nastaje duga;
- analizira kako se formira lik kod ravnih i sfernih ogledala;
- konstruiše lik kod sočiva;
- konstruiše lik predmeta kod oka i lupe;
- definiše princip funkcionisanja mikroskopa i teleskopa;
- izračuna i analizira kvalitativne računске i eksperimentalne zadatke iz teme: *Geometrijska optika*;
- primijeni sadržaje 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, mikroskop, 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;
- proučavaju 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;
- rade 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): 8 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;
- analizira uslove za interferencioni minimum i maksimum;
- definiše rezultujući intenzitet svjetlosti od dva izvora;
- analizira razliku optičkih puteva kod Frenelovih ogledala;
- analizira razliku optičkih puteva kod Lojdovog ogledala;
- analizira i odredi razliku optičkih puteva kod Njutnovih prstenova;
- tumači pojavu difrakcije svjetlosti;
- definiše uslove za minimum i maksimum kod difrakcije na pravougaonom otvoru;
- definiše uslove za minimum i maksimum kod difrakcije na difrakcionoj rešetki;
- objasni šta je polarizacija svjetlosti;
- objasni kako se primjenjuje Malusov zakon;
- objasni kako se primjenjuje Brusterov zakon;
- primijeni sadržaje 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, rezultujući intenzitet, interferencija svjetlosti kod Frenelovih ogledala, interferencija svjetlosti kod Lojdovog ogledala, interferencija svjetlosti kod Njutnovih prstenova, difrakcija svjetlosti na otvoru, difrakciona rešetka, polarizacija svjetlosti, Malusov zakon, Brusterov zakon

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- proučavaju različita shvatanja o prirodi svjetlosti kroz istoriju fizike;
- rade seminarske radove o mjerenju brzine svjetlosti;
- koristeći Hajgensov princip, proučavaju talasni front poslije prelamanja i poslije odbijanja;
- određuju i analiziraju razlike optičkih puteva kod Frenelovih ogledala i kod Lojdovog ogledala;
- određuju i analiziraju razlike optičkih puteva kod Frenelovih ogledala i kod Lojdovog ogledala;

- 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;
- rade seminarske radove o određivanju koncentracije rastvora primjenom zakretanja polarizacione ravni;
- 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): 12 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:

- objasni postulate specijalne teorije relativnosti;
- objasni relativistički zakon sabiranja brzina;
- objasni relativnost istovremenosti dva događaja;
- objasni Lorencove transformacije;
- definiše izraz za interval vremena u dva inercijalna sistema referencije;
- definiše izraz za dužinu u dva inercijalna sistema referencije;
- objasni šta je energija mirovanja i da je masa čestice invarijantna u inercijalnim sistemima referencije;
- definiše vezu energije i impulsa relativističke čestice;
- definiše vezu kinetičke energije i impulsa relativističke čestice;
- primijeni sadržaje obrazovno-vaspitnog ishoda 4.3 (Specijalna teorija relativnosti) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda

a) Sadržaji/pojmovi:

postulati specijalne teorije relativnosti, relativistički zakon sabiranja brzina, relativnost istovremenost događaja, Lorencove transformacije, vrijeme i dužina (rastojanja) u različitim sistemima referencije, vrijeme i dužina (rastojanja) u različitim sistemima referencije, relativistički impuls i energija

b) Aktivnosti učenja

Učenici:

- polazeći od postulata specijalne teorije relativnosti, izvode relativistički zakon sabiranja brzina;
- polazeći od Lorencovih transformacija, proučavaju relativnost istovremenosti dva događaja;
- rješavaju zadatke u vezi sa usporavanjem vremena i skraćivanjem dužine;
- navode da izrazi relativističke mehanike za brzine mnogo manje od brzine svjetlosti u vakuumu

„prelaze“ u izraze njutnovske mehanike;

- vježbaju rješavanje kvalitativnih i računskih zadataka;
- rješavaju test na temu: *Specijalna teorija relativnosti*.

c) Broj časova realizacije(okvirno): 9 časova.

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

Na kraju učenja učenik će moći da analizira talasno-čestičnu prirodu svjetlosti i materije, modele atoma i energetske spektre.

Ishodi učenja

Tokom učenja učenik će moći da:

- analizira šta je kvant energije i značaj Plankove konstante;
- objasni proces fotoefekta;
- objasni šta je foton;
- analizira i primjenjuje jednačinu za fotoefekat, tumači šta je zakočni napon;
- analizira De Brojjevu relaciju;
- objasni difrakciju elektrona;
- definiše relaciju neodređenosti za impuls i položaj mikročestice;
- definiše relaciju neodređenosti za energiju i vrijeme;
- definiše dimenzije atoma i jezgra;
- objasni Raderfordov ogled i rezultate ogleđa;
- definiše šta je linijski spektar;
- objasni Borov postulat o stacionarnim orbitama;
- objasni Borov postulat o kvantovanju momenta impulsa elektrona;
- definiše izraze za energiju i poluprečnik orbite (prema Borovom modelu);
- na osnovu Borovih postulata objasni postanak spektra i energetska strukturu atoma vodonika;
- objasni interakciju fotona i atoma (apsorpcija fotona, spontano i indukovano zračenje);
- analizira princip rada lasera i primjenu lasera;
- izračuna i analizira kvalitativne računске i eksperimentalne zadatke iz teme: Kvantna teorija elektromagnetnog zračenja i supstancije;
- primijeni sadržaje obrazovno-vaspitnog ishoda 4.4 (Kvantna teorija elektromagnetnog zračenja i supstancije) pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Didaktičke preporuke za realizaciju obrazovno-vaspitnog ishoda

a) Sadržaji/pojmovi:

kvant energije, fotoelektrični efekat, De Brojjeva ideja o talasnim svojstvima čestica supstancije, talasna svojstva elektrona, neutrona, atoma i molekula, relacija neodređenosti, uloga relacije neodređenosti pri izučavanju kretanja mikročestica, 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:

- usvajaju Plankovu ideju o kvantu energije;
- posmatraju oglede sa osvjetljavanjem cinkane naelektrisane pločice;
- određuju i upoređuju de Brojjevsku talasnu dužinu za elektron i za brzi automobil;
- na osnovu relacije neodređenosti određuju energiju atoma vodonika u osnovnom stanju; analiziraju 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 analiziraju kretanje elektrona oko jezgra vodonika;
- uz pomoć grafika proučavaju zavisnost energije od glavnog kvantnog broja;
- analiziraju granice serija spektralnih linija atoma vodonika;
- rade 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): 14 časova.

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 atoma* zavisi od masenog broja;
- razlikuje *izotope*;
- definiše *defekt mase jezgra*;
- definiše *energiju veze*;
- objasni *alfa, beta i gama raspad*;
- definiše *aktivnost*;
- objasni šta su *radioaktivni nizovi*;
- definiše *zakon radioaktivnog raspada* i primijeni ga;
- 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 sadržaje 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;
- analiziraju "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 ($T, 2T, 3T \dots$), izvode izraz
$$N = N_0 \cdot 2^{-t/T} \quad ; \quad N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$
- 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 intenziteta α , β i γ zračenja pri prolasku kroz različite materijale*.

c) Broj časova realizacije(okvirno): 10 časova

F. DIDAKTIČKE PREPORUKE ZA REALIZACIJU PREDMETA

Redosljed podučavanja pojedinih obrazovno-vaspitnih ishoda nije obavezujući za nastavnike koji prema svojoj procjeni i/ili u dogovori sa kolegama iz školskog stručnog aktiva raspoređuje propisane nastavne sadržaje u okviru časova kojima raspolaže. Raspodjela časova po pojedinim djelovima sadržaja i obrazovno-vaspitnim ciljevima može da zavisi i od interesovanja učenika. Orijentacioni predlog za raspodjelu časova po obrazovno-vaspitnim ishodima dat je u Programu i nije obavezujući. Školski stručni aktiv za Fiziku, prilikom planiranja rada za nastavnu godinu, treba da predvidi i preostalih 11 časova na

osnovu: ciljeva i sadržaja Predmetnog programa, profila struke u kojoj se učenici obrazuju i iskustva u realizaciji Predmetnog programa.

Nastava treba da bude zasnovana, koliko je to moguće, na demonstraciji oglada koje izvode nastavnici i eksperimentima koje izvode sami učenici. Primjeri demonstracionih oglada datih u rubrici *Aktivnosti učenja* nisu obavezujući i nastavnik ih može zamijeniti drugim u zavisnosti od opreme kojom raspolaže. Za zadovoljavajuće i kontrolisano izvođenje eksperimenata jedno odjeljenje treba podijeliti u grupe od najviše 5 učenika, što samim tim znači da je neophodno nabaviti od pet do šest mjernih aparatura.

Rješavanje zadataka iz Fizike tretira se kao proces i metoda primjene znanja. Njime se postiže: konkretizacija i osmišljavanje teorijskih znanja; ponavljanje, produbljivanje i utvrđivanje znanja; korigovanje učeničkih znanja i umjeća; povećanje interesovanja za izučavanje fizike; razvijanje logičkog mišljenja; podsticanje učenika na inicijativu; podsticanje samostalnosti u radu i upornosti u savladavanju teškoća u životu. Potrebno je pažljivo odabrati računске zadatke tako da imaju jaku vezu sa realnim životnim situacijama. Njihovom izradom neophodno je usmjeriti učenike u pravilno korišćenje usvojenih znanja i vještina.

Takođe je neophodno da učenici pravilno vrednuju dobijeni rezultat, kao i njegov pravilan zapis. Posebno obratiti pažnju da zadaci idu od najjednostavnijih ka onima koji zahtijevaju sintezu i analizu stečenih znanja.

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

Nastavniku i učeniku se za realizaciju i pripremu za učenje/nastavu Fizike preporučuju 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 pojavu
 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. Oglеди 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

Zakonom o vaspitanju i obrazovanju djece sa posebnim obrazovnim potrebama (čl. 11) propisano je da se u zavisnosti od smetnji i teškoća u razvoju, kao i od individualnih sklonosti i potreba djece obrazovni programi, pored ostalog mogu: a) modifikovati skraćivanjem ili proširivanjem sadržaja predmetnog programa; b) prilagođavati mijenjanjem metodike kojom se sadržaji predmetnog programa realizuju.

Član 16 istog Zakona propisuje da je škola, odnosno resursni centar dužan da, po pravilu, u roku od 30 dana po upisu djeteta, donese individualni razvojno-obrazovni program za dijete sa posebnim obrazovnim potrebama (IROP), u saradnji sa roditeljem i o tome obavijesti Zavod za školstvo, Centar za stručno obrazovanje i Ispitni centar.

b) Prilagođavanje programa nadarenim učenicima

Za učenike koji pokazuju veće interesovanje i sklonosti za Fiziku, potrebno je organizovati dodatne nastavne i vannastavne aktivnosti.

Sadržaji ovih aktivnosti obuhvataju *izabrane sadržaje iz redovne nastave* (koji se izučavaju dublje i kompleksnije, rješavanje složenijih zadataka, preciznije mjerenje i sl) i *nove sadržaje* (koji se nastavljaju na sadržaje redovne nastave ili složenije pojave).

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 su:

- **Znanje i kognitivne vještine** (zaključivanje, rješavanje problema, kreativno i kritičko mišljenje)

- **Učenje i odnos učenika prema radu u nastavi Fizike** ogledaju se kroz: redovno prisustvovanje časovima, redovnu izradu 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	<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. 	<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. 	<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	<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 	<ul style="list-style-type: none"> – Samostalno ili uz malu pomoć upoređuje, klasifikuje, objašnjava i primjenjuje znanja o fizičkim veličinama, odnosno pojavama, 	<ul style="list-style-type: none"> – Samostalno analizira, predlaže, istražuje, kreira i daje kritičko mišljenje o izučavanim sadržajima, – predlaže srodne

	<p>zahtjev nastavnika iznosi i argumentuje svoje stavove,</p> <ul style="list-style-type: none"> – obično je pasivan tokom timskog, grupnog i rada u paru, – ponekad je zainteresovan i aktivan na času, – rijetko iznosi svoje predloge i postavlja pitanja. 	<ul style="list-style-type: none"> – 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 na časovima, povremeno postavlja pitanja i povremeno daje predloge, – - izvršava obaveze i radi domaće zadatke, ali mu je ponekad potrebno ispraviti propuste. 	<p>teme i često inicira rasprave,</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 inicijativu i konstruktivne prijedloge, – samostalno i blagovremeno izvršava obaveze, radi domaće zadatke.
--	--	--	--

c) Obaveze učenika su da:

- aktivno učestvuje u diskusijama i pokazuje zalaganje 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 treba realizovati samo posredstvom testova i pismenih zadataka. Neophodno je vrednovati sve aktivnosti učenika u procesu interaktivne nastave/učenja u cilju rješavanja nove problemske situacije. Na osnovu 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.

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

Za kvalitetno izvođenje nastave Fizike treba da postoji specijalizovani kabinet sa odgovarajućom opremom i nastavnim sredstvima potrebnim za realizaciju predviđenih eksperimenata i demonstracionih ogleda, kao i odgovarajućom kompjuterskom opremom: kompjuter, projektor, projektno platno, štampač.

Potrebno je u svakoj školi oformiti stručnu biblioteku u okviru koje bi se nalazila odgovarajuća literatura. Nastavnik je osposobljen da predaje Fiziku u srednjim školama ako je završio studije fizike (240 ects kredita), u skladu sa odredbama Zakona o stručnom obrazovanju.

LITERATURA:

- A.B. Arons: Teaching Introductory Physics, John Wiley & Sons, (1997), ISBN 0-471-13707-3.
- Dojčilović, J., Ivković, S.: Eksperimenti i demonstracioni ogledi iz fizike –I deo i II deo, "Ton plus", Beograd, 2007.
- E-škola FIZIKA "može i kod kuće" (kućni eksperiment) - <http://eskola.hfd.hr>
- Fejnman, R.: Karakter fizičkog zakona, Klub NT, Beograd, 1999.
- Giancoli, D.C.: Physics Principles with Applications, University of California, Berkeley - <http://cw.prenhall.com>
- Gordon, T.: Kako biti uspešan nastavnik, Kreativni centar, Beograd, 1998.
- Đorđević, M., Džananović, R., Tahirović, H.: Fizika za 1. razred srednjeg usmjerenog obrazovanja, "Svjetlost", Sarajevo, 1987.
- Đorđević, M., Misita, R., Tahirović, H.: Fizika za 2. razred srednjeg usmjerenog obrazovanja, "Svjetlost", Sarajevo, 1987.
- I.U.P.A.P.-25 (SUNAMCO 87-1), Oznake, jedinice, nazivi i fundamentalne konstante u fizici, Institut za teorijsku fiziku, "Naučna knjiga", Beograd, 1990.
- Janjić J., Bikić I., Cindro N.: Opšti kurs fizike (I i II), "Naučna knjiga", Beograd, 1987.
- Kladnik, R.: Gibanje, sila, snov, fizika za srednjoškolce (1), DZS, Ljubljana, 1996.

- Kladnik, R.: Energija, toplota, zvok, svetloba, fizika za srednjoškolce (2), DZS, Ljubljana, 1997.
- Kladnik, R.: Svet elektronov in atomov, fizika za srednjoškolce (3), DZS, Ljubljana, 1997.
- Kladnik, R.: Pot k maturi iz fizike, fizika za srednjoškolce (+1), DZS, Ljubljana, 1996.
- Demonstracioni pokusi-Priručnik za nastavnike, "Školska knjiga", Zagreb, 1975.
- Lindner, H.: Das Bild der modernen Physik, Urania-Verlag, Leipzig, Jena, Berlin, 1973.
- Малафеев, Р.И.: Проблемное обучение физике в средней школе, "Просвещение", Москва, 1993.
- Petrović, T.: Problemsko-razvojna nastava fizike, "Prosveta", Beograd, 1988.
- Petrović, T.: Didaktika fizike (Teorija nastave fizike), Fizički fakultet, Beograd, 1994.
- PHYSICS CLASSROOM – online udžbenik - <http://www.physicsclassroom.com>
- Raspopović M.: Metodika nastave fizike, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1992.
- Sliško J., Traparić O.: Fizika za 1. razred srednjeg usmjerenog obrazovanja, "Svjetlost", Sarajevo, 1990.
- Sliško J., Traparić O.: Fizika za 2. razred srednjeg usmjerenog obrazovanja, "Svjetlost", Sarajevo, 1990.
- Strnad J.: Vozi me, avto v daljave (Fizika in avtomobil), Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, Ljubljana, 1991.
- Swartz C.E.: Phenomenal Physics, J.Wiley & Sons Inc., Toronto, New York, 1981.
- P.G.Hewit: Conceptual Physics, Pearson Addison Wesley,(2006), ISBN 0-321-31532-4.
- ŠKOLSKA ENCIKLOPEDIJA – Matematika, fizika, astronomija, računarstvo, "Prosveta", Beograd, 1992.
- Vukčević L., Burzan D.: Laboratorijske vježbe iz fizike za III i IV razred usmjerenog srednjeg obrazovanja, Republički zavod za unapređivanje školstva, Titograd, 1981.

Predmetni program FIZIKA za I, II, III i IV razred opšte gimnazije izradila je Komisija u sastavu:

Prof. dr Mira Vučeljić, predsjednica
 Radovan Ognjanović, član
 Djeljoš Djokaj, član

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

Nacionalni savjet za obrazovanje na sjednici održanoj 24. jula 2020. godine, utvrdio je **Predmetni program FIZIKA za I, II, III i IV razred opšte gimnazije.**