



CRNA GORA
Vlada Crne Gore
Nacionalni savjet za obrazovanje

Nivo obrazovanja	Gimnazija
<i>Nastavni predmet</i>	FIZIKA
<i>Predmetni program</i>	FIZIKA
<i>Razred</i>	I, II i III

Podgorica,
2014.

Sadržaj

1. Naziv nastavnog predmeta.....	3
2. Određenje predmetnog programa.....	3
3. Opšti ciljevi predmetnog programa	3
4. Sadržaji i operativni ciljevi po razredima.....	4
I razred.....	4
II razred.....	11
III razred.....	21
5. Didaktičke preporuke	29
7. Provjeravanje i ocjenjivanje	39
8. Resursi za realizaciju.....	39
9. Kadrovski uslovi	39
Literatura.....	39

Nacionalni savjet za obrazovanje na 27. sjednici, održanoj 17. marta 2014. godine, utvrdio je izmjene predmetnoga programa Fizika za I, II i III razred gimnazije.

1. Naziv nastavnoga predmeta - **Fizika**

Naziv predmetnoga programa - **Fizika**

2. Određenje predmetnoga programa

a) Položaj, priroda i namjena predmetnoga 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 i metode koje se koriste pri proučavanju fizičkih pojava, upoznaju se glavni koncepti i teorije koje uokviruju naša saznanja o materijalnome svijetu.

Učenik/učenica se upoznaje s uticajem koji otkrića u fizici imaju na razvoj tehnologije i opšte slike o materijalnome 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/učenicu na istraživanje i objašnjavanje pojava u okolini i daje mu/joj priliku da stekne znanje, razumijevanje, vrijednosti, gledišta, zainteresovanost i spretnost, potrebu za očuvanjem i poboljšanjem okoline.

b) Broj časova po godinama obrazovanja i oblicima nastave

Razred	Oblici nastave	
	Teorijski i drugi oblici nastave za sve učenike/učenice u odjeljenju	Vježbe i drugi oblici nastave kod kojih se odjeljenje dijeli na manje grupe
1.	64	6
2.	64	6
3.	64	6
Ukupno	192	18

3. Opšti ciljevi predmetnoga programa

U nastavi fizike učenik/učenica treba da:	Zato treba da:
<ul style="list-style-type: none">• sistematski sazna glavne fizičke koncepte i teorije koje uobličavaju naše poglede o prirodi	<ul style="list-style-type: none">• planira i izvodi najjednostavnije eksperimente i mjeri fizičke veličine
<ul style="list-style-type: none">• sistematski shvati značaj eksperimenta pri saznavanju i provjeravanju fizičkih zakonitosti	<ul style="list-style-type: none">• koristi stručnu literaturu i elektronske medije za prikupljanje podataka• nauči da radi s podacima
<ul style="list-style-type: none">• spozna nepogrešivost fizičkih znanja (u granicama njihove primjene) pri ovladavanju prirodom i u funkcionisanju cjelokupne ljudske aktivnosti, kao i njihovu fundamentalnu ulogu u različitim strukama	<ul style="list-style-type: none">• upozna se s raznovrsnim primjenama fizičkih zakona u tehnologiji
<ul style="list-style-type: none">• sazna prirodu fizičkoga mišljenja i njegov uticaj na razvitak opšte kulture	<ul style="list-style-type: none">• zna različita povezivanja eksperimentalnoga znanja s teorijskim

	<ul style="list-style-type: none"> analitičkim i sintetičkim razmišljanjem • navikne se na izražavanje fizičkih zakonitosti matematičkim jezikom • sazna istorijske i socijalne efekte razvitka prirodnih nauka i fizike posebno
<ul style="list-style-type: none"> • utvrdi pozitivan odnos prema prirodi i zavisnost od prirode te odgovornost za opstanak života na Zemlji 	<ul style="list-style-type: none"> • povezuje fizička znanja i objašnjenja u svakodnevnim prilikama • zna (pozitivni i negativni) uticaj toga znanja na kvalitet života i okoline
<ul style="list-style-type: none"> • ovlada komunikacijom na području prirodnih nauka, a posebno fizike. 	<ul style="list-style-type: none"> • usvoji jezik prirodnih nauka • ovlada jedinicama različitih fizičkih veličina • zna da diskutuje o svojim eksperimentalnim zadacima i da ih prikaže tabelarno, grafički ili matematičkim formulama.

4. Sadržaji i operativni ciljevi po razredima

I razred

(70 časova, raspoređeno 63 časa; 2 časa nedeljno)

Tema 1. FIZIKA I NAUČNI METOD SAZNAJJA. FIZIČKA VELIČINA

Orientaciono: 5 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
Učenik/učenica: - zna smisao pojmova: <i>fizička pojava</i> , <i>hipoteza</i> , <i>zakon</i> , <i>teorija</i> - umije da razlikuje <i>hipotezu</i> od <i>naučne teorije</i> - razumije smisao pojmova <i>model</i> i <i>naučna idealizacija</i>	Učenici/učenice: - na osnovu znanja iz fizike iz osnovne škole raspravljaju da se koristi naučni metod i znanja iz fizike - diskutuju o pojmu „slobodno tijelo“ kao naučna idealizacija	- Fizička pojava - Hipoteza - Zakon - Teorija - Naučni model	Hemija i biologija (predmeti i metode proučavanja).
- zna da fizička veličina opisuje osobinu tijela ili pojave - zna da se vrijednost fizičke veličine izražava <i>brojnom vrijednošću</i> i <i>jedinicom</i> - zna koje su <i>osnovne jedinice SI</i> - umije da odredi <i>jedinicu izvedene fizičke veličine</i> na osnovu poznatih osnovnih jedinica i veze između fizičkih veličina - zna da koristi <i>prefikse</i> (dekadne i decimalne faktore) - zna što je <i>proces mjerenja</i> - zna što su <i>apsolutna</i> , <i>relativna</i> i <i>procentualna relativna greška mjerenja</i> .	- 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 - uče što je <i>priraštaj fizičke veličine</i> - vježbaju određivanje <i>priraštaja</i> u konkretnim primjerima - rade laboratorijski rad „Mjerenje i greške mjerenja – određivanje površine“.	- Fizička veličina - SI - Prefiksi jedinica - Priraštaj fizičke veličine f $\Delta f = f_2 - f_1$ - Interval vremena $\Delta t = t_2 - t_1$ - Mjerenje - Srednja vrijednost rezultata mjerenja $\bar{a} = \frac{a_1 + L + a_N}{N}$ - Apsolutna greška $\Delta a = a - \bar{a} $	Matematika (eksponencijalni zapis broja).

		- Relativna greška $\delta a = \frac{\Delta a}{a}$	
--	--	---	--

Tema 2. KINEMATIKA

Orijentaciono: 24 časa

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
<p>Učenik/učenica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije da je mirovanje i kretanje tijela <i>relativno</i> - usvojio/usvojila je pojmove: <i>mehaničko kretanje, sistem referencije, putanja, put, radijus-vektor, pomjeraj i materijalna tačka</i> - razlikuje <i>pravolinijsko i krivolinijsko kretanje</i> - zna da je <i>pomjeraj</i> vektorska veličina - umije da <i>odredi pomjeraj</i> na osnovu početnoga i konačnoga radijus-vektora - razumije pojam <i>suprotni vektori</i> - umije da pomnoži <i>jedan skalar i pomjeraj</i> - umije da <i>sabere dva pomjeraja</i> 	<p>Učenici/učenice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - diskutuju o primjerima kad se tijelo može smatrati materijalnom tačkom - na primjeru krivolinijske putanje od tačke 1 do tačke 2 pokazuju vektor pomjeraja, put i putanju - razmatraju primjer pada kamena s vrha jedra broda (Galilejev primjer) i crtaju putanju kamena za posmatrača na brodu i za posmatrača na obali - na osnovu Galilejeva primjera zaključuju da li putanja zavisi od izbora sistema referencije - posmatraju pokazivanja dinamometra o koji su obješeni tegovi različitih masa - množe vektor pozitivnim i negativnim skalarima - sabiraju dva vektora pomjeraja (u istoj ravni) 	<ul style="list-style-type: none"> - Opisivanje mehaničkoga kretanja - Kinematika i dinamika - Sistem referencije - Putanja - Put - Radijus-vektor \vec{r} - Pravolinijsko i krivolinijsko kretanje - Pomjeraj (vektor pomjeraja) $\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ - Suprotni vektori $\vec{AB} = -\vec{BA}$ - Proizvod skalara s i vektora \vec{a} $\vec{b} = s \cdot \vec{a}$ - Zbir dva pomjeraja $\Delta \vec{r} = \Delta \vec{r}_1 + \Delta \vec{r}_2$ 	<p>Fizičko vaspitanje (kretanja u sportu).</p> <p>Matematika (normalna projekcija; vektor).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - zna razliku <i>puta i pomjeraja</i> - zna što je <i>normalna projekcija vektora</i> - zna što su <i>normalne projekcije vektora pomjeraja</i> - umije da <i>odredi normalnu projekciju vektorske fizičke veličine (za ugao $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ između vektora i ose)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - određuju i izračunavaju put i pomjeraj za kretanja s promjenom pravca i/ili smjera - određuju normalnu projekciju brzine na osu s kojom je paralelna ili na koju je normalna - primjenom Pitagorine teoreme (i osobina kvadrata i ajednakostraničnog trougla) izračunavaju normalnu projekciju vektora brzine na osu sa kojom zaklapa ugao $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ - primjenom vrijednosti funkcije <i>sin α</i> (ili <i>cos α</i>) izračunavaju normalnu projekciju brzine na osu s kojom zaklapa ugao $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ 	<ul style="list-style-type: none"> - Put i pomjeraj - Normalne projekcije vektora pomjeraja $\Delta r_x = x \quad \text{i} \quad \Delta r_y = y$ - Normalne projekcije brzine $\alpha = 30^\circ: \quad v_x = \frac{\sqrt{3}}{2} v, \quad v_y = \frac{1}{2} v,$ $\alpha = 45^\circ: \quad v_x = v_y = \frac{\sqrt{2}}{2} v,$ $\alpha = 60^\circ: \quad v_x = \frac{1}{2} v, \quad v_y = \frac{\sqrt{3}}{2} v$ 	<p>Matematika (normalna projekcija vektora na osu; Pitagorina teorema).</p>
- zna što je <i>srednja putna brzina</i>	-određuju srednju brzinu u različitim	- Srednja putna brzina	Fizičko vaspitanje

<ul style="list-style-type: none"> - zna što predstavlja normalna projekcija radius-vektora na osu - zna što je <i>srednja pomjerajna brzina</i> - razumije kako je usmjeren vektor brzine (<i>trenutne brzine</i>) - zna što je <i>relativna brzina</i> materijalne tačke - zna što je <i>pravolinijsko ravnomjerno kretanje</i> - umije da odredi <i>put</i>, <i>brzinu</i> i <i>ubrzanje</i> materijalne tačke pri pravolinijskome ravnomjernom kretanju 	<p>primjerima</p> <ul style="list-style-type: none"> - crtaju vektor srednje brzine za sve kraće vremenske intervale i dolaze do pravca vektora trenutne brzine - vježbaju određivanje relativne brzine jedne materijalne tačke u sistemu referencije vezanom za drugu (kad se tačke kreću pravolinijskim paralelnim putanjama) - iz izraza za brzinu određuju zavisnost pređenoga puta od vremena - na istome crtežu crtaju grafike zavisnosti puta od vremena za kretanja različitim brzinama i analiziraju rezultate - na osnovu grafika $v = v(t)$ određuju pređeni put u intervalu vremena 	$v_{sr} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ <ul style="list-style-type: none"> - Normalna projekcija vektora pomjeraja na osu $\Delta r_x = x$ - Srednja pomjerajna brzina $v_{sr} = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{r - r_0}{t}$ - Vektor trenutne brzine - Relativna brzina $v_{12} = v_1 - v_2$ - Pravolinijsko ravnomjerno kretanje $v = const$ $x = x_0 + v_x t \text{ ili } x = v_x t$ - Grafik pravolinijskoga ravnomjernog kretanja $x = x(t)$ 	<p>(atletika).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - zna što je srednje i trenutno ubrzanje - razumije kako vektor ubrzanja zavisi od promjene brzine - razlikuje pravolinijsko <i>ravnomjerno ubrzano</i>, <i>ravnomjerno</i> i <i>ravnomjerno usporeno</i> kretanje - zna što je <i>početna brzina</i> - umije da nacrti <i>grafike zavisnosti</i> ubrzanja, projekcije brzine i projekcije pomjeraja <i>od vremena</i> - zna i umije da primijeni formule za zavisnost od vremena projekcije brzine i projekcije pomjeraja 	<ul style="list-style-type: none"> - navode primjere ravnomjernoga ubrzanog i ravnomjernoga usporenog kretanja iz svakodnevnoga iskustva - određuju ubrzanje na raznim primjerima tako da dolaze do pojma negativnoga ubrzanja - koristeći zakone ravnomjernoga promjenljivog kretanja, izračunavaju nepoznate veličine - crtaju grafičku zavisnost ubrzanja, brzine i puta od vremena - određuju zaustavni put tijela (na dva načina) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ubrzanje - Početna brzina v_0 - Srednje ubrzanje $a_{sr} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t}$ - Trenutno ubrzanje - Konstantno ubrzanje - Pravolinijsko ravnomjerno ubrzano kretanje $v = v_0 + at$ $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ - Pravolinijsko ravnomjerno usporeno kretanje $v = v_0 - at$ $x = v_0 t - \frac{1}{2} at^2$ - Grafici zavisnosti puta i brzine od vremena 	<p>Fizičko vaspitanje (trka na 100 m). Matematika (linearna i kvadratna funkcija).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - zna što je <i>slobodni pad</i> - umije da <i>odredi koordinatu tijela</i> (u trenutku t) koje slobodno pada 	<ul style="list-style-type: none"> - određuju brzinu i put tijela koja slobodno padaju - opisuju vertikalni hitac uz demonstraciju – upotrebom zakona vertikalnoga hica naniže i 	<ul style="list-style-type: none"> - Slobodni pad $v = gt \quad s = \frac{1}{2} gt^2 \quad v = \sqrt{2gs}$ 	<p>Matematika (linearna i kvadratna funkcija).</p>

<ul style="list-style-type: none"> - umije da odredi projekciju brzine tijela (u trenutku t) koje slobodno pada - zna što je ubrzanje slobodnoga pada, tj. ubrzanje Zemljine teže ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$) - umije da odredi koordinatu tijela (u trenutku t) čija je početna brzina vertikalna - umije da odredi projekciju brzine tijela (u trenutku t) čija je početna brzina vertikalna 	<p>naviše određuju nepoznate veličine</p> <ul style="list-style-type: none"> - određuju domet vertikalnoga hica naviše - upoređuju postupke određivanja zaustavnoga puta i dometa vertikalnoga hica - upoređuju pravac i smjer vektora v_0, g i v tokom slobodnoga pada, vertikalnoga hica naniže i vertikalnoga hica naviše 	$h = H - \frac{1}{2}gt^2$ <ul style="list-style-type: none"> - Vertikalni hitac naniže $v = v_0 + gt \quad s = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$ $v = \sqrt{v_0^2 + 2gs}$ - Vertikalni hitac naviše $v = v_0 - gt \quad s = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$ $v = \sqrt{v_0^2 - 2gs}$ 	
<ul style="list-style-type: none"> - zna oblik putanje tijela čija je početna brzina horizontalna - umije da odredi horizontalnu i vertikalnu koordinatu tijela (u trenutku t) čija je početna brzina horizontalna - umije da odredi horizontalnu i vertikalnu projekciju brzine tijela (u trenutku t) čija je početna brzina horizontalna 	<ul style="list-style-type: none"> - razmatraju horizontalni hitac kao zbir dva „nezavisna“ pravolinijska kretanja - izvode izraze za koordinate i projekcije brzine tijela čija je početna brzina horizontalna - za zadanu vrijednost početne brzine izračunavaju koordinate i projekcije brzine i crtaju položaj tijela i brzinu poslije vremena t', $2t'$, $3t'$, ... - određuju izraz za domet horizontalnoga hica 	<ul style="list-style-type: none"> - Horizontalni hitac - Koordinate tijela $x = v_0t \quad y = H - \frac{1}{2}gt^2$ - Brzina tijela $v_x = v_0 \quad v_y = gt$ $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad v = \sqrt{v_0^2 + g^2t^2}$ 	<p>Matematika (linearna i kvadratna funkcija).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - zna što je <i>ravnomjerno kretanje po kružnici</i> - zna što je <i>period rotacije i puni obrtaj</i> - zna što je <i>frekvencija rotacije</i> - umije da odredi <i>vezu između perioda i frekvencije</i> - umije da razlikuje <i>tangencijalno i normalno ubrzanje</i> - umije da odredi pravac, smjer i intenzitet <i>centripetalnoga ubrzanja</i> za ravnomjerno kretanje po kružnici 	<ul style="list-style-type: none"> - na osnovu poznavanja formule za obim kružnice određuju vezu između perioda rotacije i brzine $T = 2R\pi/v$ - uz pomoć nastavnika/nastavnice izvode izraz za intenzitet centripetalnoga ubrzanja 	<ul style="list-style-type: none"> - Ravnomjerno kretanje po kružnici $T = \frac{t}{N}$ $f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$ - Centripetalno (normalno) ubrzanje $a_n = \frac{v^2}{r}$ 	<p>Matematika (kružnica).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni znanja iz teme „Kinematika“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka. 	<ul style="list-style-type: none"> - rade laboratorijski rad „Određivanje ubrzanja tijela pri pravolinijskome ravnomjerno ubrzanom kretanju“ - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka - rješavaju test na temu „Kinematika“. 		

Tema:3. DINAMIKA

Orijentaciono: 34 časa

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
<p>Učenik/učenica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna sadržaje 1. Njutnova zakona - razumije pojam <i>inercijalni sistem referencije</i> - razumije da je inercijalni sistem <i>primjer naučne idealizacije</i> - umije da objasni <i>relativnost mirovanja i kretanja</i> 	<p>Učenici/učenice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - analiziraju brzinu kuglice koja se kreće niz strmu ravan, po ravnoj podlozi i uz strmu ravan - posmatraju kretanje kuglice po pijesku, po tkanini i po staklu - diskutuju o tome da li je za kretanje neophodan uzrok - analiziraju ogled: na čaši je papir, a na papiru novčić i papir se naglo povuče - analiziraju ogled s obješenom masivnom kuglom za čiji je donji kraj zakačen kanap koji se naglo povuče naniže - diskutuju o tome da li putnik u avionu koji leti može da piše rukom po papiru 	<ul style="list-style-type: none"> - Zakon inercije i prvi Njutnov zakon - Inercijalni sistem referencije 	<p>Fizičko vaspitanje (prijem lopte).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - zna da je <i>sila</i> mjera interakcije - zna da su gravitaciona sila, sila elastičnosti i sila trenja <i>tri vida sile u mehanici</i> - zna uzrok nastajanja sile elastičnosti i njen smjer - zna <i>Hukov zakon</i> - umije da izračuna <i>projekciju sile elastičnosti</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - upoređuju kako teg deformiše oprugu o koju je obješen, a kako klupu na koju je postavljen - upoznaju se sa smjerom sile interakcije molekula kad se rastojanje među njima smanji ili poveća (dvije kuglice vezane oprugom) - upoređuju deformaciju opruge dinamometra kad se o nju objesi jedan, dva, tri... ista tega 	<ul style="list-style-type: none"> - Interakcija i sila - Promjena dužine (deformacija) opruge $x = l - l_0$. - Sila elastičnosti $F_{el,x} = -kx$ - Hukov zakon i mjerenje sile 	<p>Matematika (linearna funkcija).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - zna kako sila teže zavisi od mase tijela - zna da stalna sila uzrokuje stalno ubrzanje - zna da je <i>masa</i> mjera inernosti tijela - umije da izrazi <i>rezultantu sila</i> koje djeluju na tijelo - zna sadržaje 2. Njutnova zakona i umije da ga primijeni - umije da odredi <i>vezu jedinice za silu</i> s osnovnim jedinicama za vrijeme, dužinu i masu - umije da navede primjere kad se <i>pravac kretanja tijela razlikuje od pravca rezultante</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - analiziraju eksperiment s kretanjem tijela koje se kreće pod dejstvom stalne sile i za intervale vremena t', $2t'$, $3t'$ mjere puteve koje je prešao - određuju odnos puteva iz eksperimenta i korišćenjem relacije $s = at^2/2$ potvrđuju da stalna sila uzrokuje stalno ubrzanje - iz podatka da tri kuglice masa m', $3m'$ i $7m'$ padaju jednakim ubrzanjem dolaze do zaključka kako sila teže zavisi od mase tijela ($F_T = mg$) - eksperimentišu loptom: bace loptu uvis ili pod uglom i analiziraju da li se pravac kretanja tijela razlikuje od pravca sile 	<ul style="list-style-type: none"> - Rezultanta sila $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{L} + \vec{F}_N$ - Drugi Njutnov zakon $\vec{F} = m \vec{a}$ 	<p>Fizičko vaspitanje (kretanje lopte).</p> <p>Matematika (sabiranje vektora; proizvod skalara i vektora).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - zna <i>treći Njutnov zakon</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - analiziraju eksperiment u kojem dva tijela 	<ul style="list-style-type: none"> - Treći Njutnov zakon 	<p>Matematika</p>

<ul style="list-style-type: none"> - umije da objasni osnovna svojstva sile kojima interaguju dva tijela - zna što je <i>sila normalnoga pritiska</i> - zna što je <i>sila normalne reakcije podloge</i> 	<p>interaguju i određuju odnos ubrzanja i odnos masa ta dva tijela (dva dječaka na skejtbordima zatežu po jedan kraj kanapa)</p> <ul style="list-style-type: none"> - iz odnosa $a_1/a_2 = m_2/m_1$ za dva tijela koja interaguju dolaze do trećeg Njutnova zakona - navode primjere primjene trećeg Njutnova zakona - analiziraju da li se sile kojima dva tijela interaguju mogu međusobno kompenzovati - zaključuju kad dvije sile mogu kompenzovati jedna drugu 	$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ <ul style="list-style-type: none"> - Sila normalnoga pritiska - Sila normalne reakcije podloge \vec{N} 	<p>(suprotni vektori).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - zna <i>Njutnov zakon gravitacije</i> - umije da objasni kako gravitaciona sila <i>zavisi od masa tijela</i> - umije da objasni kako gravitaciona sila <i>zavisi od rastojanja</i> između tijela - umije da objasni <i>fizički smisao gravitacione konstante</i> - umije da izrazi <i>silu teže</i> korišćenjem Njutnova zakona gravitacije - umije da objasni kako se na osnovu poznate vrijednosti gravitacione konstante može <i>odrediti masa Zemlje</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - razmatraju kako je treći Keplerov zakon pomogao Njutnu da dokaže da je gravitaciona sila obrnuto proporcionalna kvadratu rastojanja među tijelima - na osnovu Njutnova zakona određuju jedinicu i fizički smisao gravitacione konstante - poređenjem izraza za gravitacionu silu i silu teže određuju vezu između ubrzanja slobodnoga pada, gravitacione konstante, mase i poluprečnika Zemlje 	<ul style="list-style-type: none"> - Treći Keplerov zakon $\frac{R^3}{T^2} = const$ - Gravitaciona sila $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$ - Sila teže $F_T = \gamma \frac{m M_Z}{R_Z^2}$ - Ubrzanje slobodnoga pada $g = \gamma \frac{M_Z}{R_Z^2}$ 	<p>Geografija (Sunčev sistem).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - razumije što je <i>prva kosmička brzina</i> - umije da izvede <i>izraz za prvu kosmičku brzinu</i> - zna vrijednost prve kosmičke brzine za Zemljine satelite - razumije što je <i>druga kosmička brzina</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - pronalaze u literaturi Njutnov crtež o lansiranju vještačkoga satelita Zemlje s visoke planine - izvode izraz za prvu kosmičku brzinu na osnovu podatka da je sila teže centripetalna sila koja djeluje na satelit - diskutuju o putanji tijela čija je brzina: <ul style="list-style-type: none"> * jednaka prvoj kosmičkoj brzini * veća od prve a manja od druge kosmičke brzine i * jednaka drugoj kosmičkoj brzini 	<ul style="list-style-type: none"> - Kretanje Zemljinih satelita - Prva kosmička brzina $v_1 = \sqrt{R_Z g}$ - Kretanje kosmičkih brodova - Druga kosmička brzina 	<p>Geografija (Sunčev sistem).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - zna što je <i>težina tijela</i> - umije da odredi težinu tijela koje <i>miruje</i> - umije da odredi težinu tijela koje se <i>kreće ubrzano</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - navode razlike između težine i sile teže - izvode izraze za težinu tijela koje miruje i koje se ubrzano kreće - određuju ubrzanje tijela koje je u 	<ul style="list-style-type: none"> - Sila zatezanja niti T - Težina tijela koje miruje $\vec{Q} = m \vec{g}$ 	<p>Matematika (oduzimanje vektora).</p>

<p>- umije da navede primjere kad je tijelo u <i>bestežinske stanju</i></p> <p>- zna što je <i>sila zatezanja niti</i></p>	<p>bestežinske stanju</p> <p>- navode primjere kad se tijelo može nalaziti u bestežinske stanju a da ne napušta planetu</p> <p>- analiziraju trčanje čovjeka kao primjer tijela u bestežinske stanju</p>	<p>- Težina tijela koje se ubrzano kreće</p> $\vec{Q} = m \begin{pmatrix} \vec{u} \\ \vec{r} \\ g - a \end{pmatrix}$ <p>- Bestežinsko stanje</p>	
<p>- umije da objasni od čega zavisi <i>sila trenja klizanja</i> i <i>sila trenja mirovanja</i></p> <p>- umije da objasni zašto se javlja sila trenja (klizanja, mirovanja i kotrljanja)</p>	<p>- analiziraju mogućnosti kad sila trenja „pomaže“ kretanju tijela</p> <p>- upoređuju silu trenja klizanja i silu trenja kotrljanja</p> <p>- analiziraju da li postoji sila trenja mirovanja za tijela koja se nalaze u vodi ili vazduhu</p>	<p>- Koeficijent trenja</p> <p>- Sila trenja klizanja</p> $F_{tr} = \mu N$ <p>- Sila trenja mirovanja</p> <p>- Sila trenja kotrljanja</p>	<p>Matematika (linearna funkcija).</p>
<p>- umije da primijeni zakone iz dinamike da bi odredio poluprečnik orbite telekomunikacionoga satelita koji je stalno iznad iste tačke na površi Zemlje</p> <p>- umije da primijeni zakone iz dinamike da bi odredio da li Mjesec jače privlači Zemlja ili Sunce</p> <p>- umije da primijeni zakone iz dinamike da bi odredio vrijednost koeficijenta trenja pri kojem će tijelo da miruje na hrapavoj strmoj ravni nagibnoga ugla $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$</p> <p>- umije da primijeni zakone iz dinamike da bi odredio ubrzanje tijela koje klizi niz hrapavu strmu ravan nagibnoga ugla $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$</p> <p>- umije da primijeni zakone iz dinamike da bi odredio maksimalnu brzinu automobila koji se kreće u „kružnome toku“</p> <p>- umije da primijeni zakone iz dinamike da bi odredio ubrzanje dva tega povezana pomoću niti koja je prebačena preko kotura</p>	<p>- primjenom 2. Njutnova zakona dolaze do poluprečnika orbite telekomunikacionoga satelita</p> $r = \sqrt[3]{\frac{gT^2 R^2}{4\pi^2}}$ <p>Đe je R poluprečnik Zemlje ($T = 24$ h)</p> <p>- iz odnosa gravitacionih sila dolaze do zaključka da Sunce 2,2 puta jače privlači Mjesec nego Zemlja</p> <p>- normalnim projekcijama jednačine</p> $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{tr} = 0$ <p>na ose pravougloga koordinatnog sistema, dolaze do najmanje vrijednosti koeficijenta trenja pri kojem tijelo miruje na strmoj ravni</p> <p>- na osnovu normalnih projekcija jednačine</p> $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{tr} = m\vec{a}$ <p>na ose pravougloga koordinatnog sistema, dolaze do vrijednosti ubrzanja tijela koje klizi niz hrapavu strmu ravan nagibnoga ugla $30^\circ, 45^\circ$ ili 60°</p> <p>- normalnim projekcijama jednačine</p> $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{tr} = m\vec{a}$ <p>na vertikalnu osu i osu koja je usmjerena prema centru krivine, dolaze do vrijednosti maksimalne brzine</p> $v \leq \sqrt{\mu R g}$	<p>Primjeri primjene zakona iz dinamike</p> <p>1. Kretanje pod dejstvom gravitacione sile</p> <ul style="list-style-type: none"> - kretanje telekomunikacionih satelita Zemlje. - Sunce, Zemlja i Mjesec. <p>2. Kretanje pod dejstvom nekoliko sila</p> <ul style="list-style-type: none"> - uslov mirovanja tijela na strmoj ravni - ubrzanje tijela koje klizi niz strmu ravan. - maksimalna brzina automobila u „kružnome toku“ - kretanje vezanih tijela – dva tega, povezana pomoću niti koja je prebačena preko kotura). 	<p>Matematika (normalna projekcija vektora).</p>

	<p>de je R poluprečnik „kružnoga toka“</p> <p>- poslije normalnih projekcija jednačina</p> $m_1 g + T' = m_1 a_1 \quad \text{i} \quad m_2 g + T'' = m_2 a_2$ <p>na vertikalnu osu, dobijaju izraz za ubrzanje</p> $a = g \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}$ <p>i analiziraju dobijeno rješenje (za različite odnose masa)</p>		
- umije da primijeni znanja iz teme „Dinamika“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.	<p>- rade laboratorijski rad „Proučavanje kretanja tijela pod dejstvom konstantne sile“</p> <p>- rade laboratorijski rad „Proučavanje kretanja tijela po kružnici pod dejstvom sile teže i sile elastičnosti“</p> <p>- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka</p> <p>- rješavaju test na temu „Dinamika“.</p>		

II razred

(70 časova, raspoređeno 63 časa, 2 časa nedeljno)

Tema 4. ZAKONI ODRŽANJA U MEHANICI

Orientaciono: 14 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
<p>Učenik/učenica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna što je <i>impuls tijela</i> i <i>impuls sile</i> - zna sadržaj <i>zakona održanja impulsa</i> i <i>uslove primjene</i> - umije da <i>primijeni zakon održanja impulsa</i> 	<p>Učenici/učenice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - polazeći od drugog Njutnova zakona dolaze do jednakosti $\Delta p = F \cdot \Delta t$ - analiziraju slučajeve kad spoljašnje sile kompenzuju jedna drugu - analiziraju slučaj kad je projekcija spoljašnjih sila na jedan pravac jednaka nuli 	<ul style="list-style-type: none"> - Impuls tijela (impuls) $\underline{p} = m \underline{v}$ - Impuls sile $\underline{F} \cdot \Delta t$ - Zakon održanja impulsa $\underline{p}_1 + \underline{L} + \underline{p}_N = \underline{p}'_1 + \underline{L} + \underline{p}'_N$ 	<p>Matematika (vektori).</p>
- razumije <i>reaktivno kretanje</i>	<ul style="list-style-type: none"> - primjenjuju zakon održanja impulsa u primjeru izbacivanja tijela iz čamca - objašnjavaju kretanje kosmičkoga broda 	- Reaktivno kretanje	<p>Biologija (kretanje meduze).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - umije da odredi <i>rad sile</i> za oštar (30°, 45° i 60°), prav i tup ugao između sile i pomjeraja - zna da odredi <i>znak rada</i>: sile teže, sile elastičnosti i sile trenja 	<ul style="list-style-type: none"> - mjere rad pri podizanju tijela obješenoga o kraj dinamometra - upoređuju snagu čovjeka sa snagom prevoznih sredstava 	<ul style="list-style-type: none"> - Mehanički rad $A = F_s \cdot s$ ili $A = \underline{F} \cdot \underline{s}$ - Snaga 	<p>Fizičko vaspitanje (dizanje tegova).</p> <p>Matematika</p>

<ul style="list-style-type: none"> - zna što je <i>snaga</i> - umije da izrazi snagu preko sile i brzine 		$P = \frac{A}{t}$ $P = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad \text{ili} \quad P = F_v v$	(skalarni proizvod dva vektora).
<ul style="list-style-type: none"> - zna što su <i>kinetička</i> i <i>potencijalna energija</i> - zna što je <i>potencijalna energija elastičnosti</i> - zna što je <i>gravitaciona potencijalna energija</i> - zna vezu rada i potencijalne energije - zna vezu rada i kinetičke energije - umije da objasni sadržaje <i>zakona održanja ukupne mehaničke energije</i> - umije da <i>primijeni zakon održanja ukupne mehaničke energije</i> - zna sadržaj i umije da primijeni zakon održanja energije 	<ul style="list-style-type: none"> - analizom kretanja tijela duž pravolinijskoga puta pod dejstvom stalne sile, dolaze do izraza za kinetičku energiju tijela - analizom podizanja tijela u vertikalnome pravcu pod dejstvom stalne sile dolaze do izraza za potencijalnu energiju tijela - uče uslove primjene zakona održanja mehaničke energije - diskutuju o tome kad se može primijeniti formula $E_p = mgh$, a kad je neophodno koristiti izraz $E_p = -\gamma m_1 m_2 / r$ - primjenom zakona održanja mehaničke energije određuju domet vertikalnoga hica naviše 	<ul style="list-style-type: none"> - Mehanička energija $E = E_k + E_p$ - Potencijalna energija $E_p = mgh$ - Kinetička energija $E_k = \frac{mv^2}{2}$ - Potencijalna energija elastičnosti $E_p = \frac{kx^2}{2}$ - Gravitaciona potencijalna energija $E_p = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r}$ - Zakon održanja mehaničke energije $E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$ 	Fizičko vaspitanje (skok uvis; skok motkom).
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni zakone održanja u mehanici da bi odredio/odredila brzinu tijela nakon apsolutno neelastičnoga sudara, ako je jedno tijelo mirovalo prije sudara - umije da primijeni zakone održanja u mehanici da bi odredio/odredila brzine kuglica jednakih masa poslije njihova apsolutno elastičnoga sudara - umije da primijeni zakone održanja u mehanici da bi dokazao/dokazala da tijelo, obješeno neistegljivom niti, kad se pusti iz položaja u kojem je nit horizontalna, pri prvome prolasku kroz položaj ravnoteže ima tri puta veću težinu nego kad miruje u tome položaju - umije da primijeni zakone održanja u mehanici da bi odredio minimalnu početnu visinu s koje treba pustiti tijelo da klizi da se ne bi odvojilo od žljeba „mrtve petlje“ 	<ul style="list-style-type: none"> - na osnovu zakona održanja impulsa dolaze do izraza za brzinu nakon apsolutno neelastičnoga sudara, ako je jedno tijelo mirovalo prije sudara $V = m_1 v / (m_1 + m_2)$ - primjenom zakona održanja energije i zakona održanja impulsa dolaze do zaključka da loptice jednakih masa pri elastičnome sudaru „razmjenjuju“ brzine - iz jednačine koja predstavlja primjenu zakona održanja mehaničke energije i projekcije jednačine $mg + T = ma$ na vertikalnu osu, dolaze do zaključka da je $T = 3mg$ - iz primjene zakona održanja mehaničke energije i projekcije jednačine $mg + T = ma$ na vertikalnu osu, dolaze do izraza $h_{min} = 5R/2$, gdje je R poluprečnik „mrtve 	<ul style="list-style-type: none"> Primjeri primjene zakona održanja 1. Sudari <ul style="list-style-type: none"> - apsolutno neelastičan sudar - apsolutno elastičan sudar 2. Neravnomjerno kretanje po kružnici <ul style="list-style-type: none"> - trostruka težina - „mrtva petlja“ 	Matematika (normalna projekcija vektora).

	petlje“		
- umije da primijeni znanja iz teme „Zakoni održanja u mehanici“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.	- rade laboratorijski rad „Proučavanje elastičnih i neelastičnih sudara“ - rade laboratorijski rad „Upoređivanje rada sile s promjenom kinetičke energije“ - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka - rješavaju test na temu „Zakoni održanja u mehanici“.		

Tema 5. MOLEKULARNA FIZIKA

Orijentaciono: 15 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
Učenik/učenica: - zna da postoje <i>molekuli</i> - zna da objasni kako se mogu odrediti <i>dimenzije molekula</i> - razumije <i>kretanje molekula</i> - umije da objasni <i>interakciju molekula</i> - zna razliku između <i>makroskopskih i mikroskopskih parametara</i> - razumije pojam <i>jednačina stanja</i>	Učenici/učenice: - upoređuju brzinu aviona s brzinom molekula - objašnjavaju zašto ne prestane kretanje molekula - analiziraju privlačenje dvije kuglice vezane oprugom	- Osnovne pretpostavke molekularno-kinetičke teorije - Osnovni zadatak molekularno-kinetičke teorije	Hemija (gas).
- zna što je <i>jedan mol</i> i <i>Avogadrov broj</i> - razumije pojmove <i>atomska jedinica mase</i> i <i>molarna masa</i> - umije da odredi molarnu masu korišćenjem <i>periodnoga sistema elemenata</i> - zna što je <i>gustina tijela</i> - razumije da je <i>gustina</i> konstantna u svim djelovima <i>homogenoga tijela</i> - zna što je <i>toplotno linearno širenje</i> tijela - zna što je <i>zapreminsko širenje</i> tijela - umije da izvede vezu između koeficijenata <i>linearnoga</i> i <i>zapreminskoga širenja</i> tijela	- izračunavaju veličinu prostora koji bi zauzeo jedan mol zrna pirinča - vježbaju određivanje mase jednoga molekula ili broja molekula na osnovu poznate molarne mase - određuju molarnu masu supstancije korišćenjem periodnoga sistema elemenata - objašnjavaju funkcionisanje bimetalne trake - izvode zavisnost gustine tijela od temperature	- Količina supstancije - Avogadrov broj - Atomska jedinica mase ($1 u = 1,66 \text{ yg}$) ili dalton (Da) - Molarna masa M - Masa jednoga molekula $m_0 = \frac{M}{N_A}$ - Broj molova $n_m = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$ - Gustina tijela $\rho = \frac{m}{V}$ - Linearno i zapreminsko širenje tijela $l = l_0(1 + \alpha t) \quad V = V_0(1 + \beta t) \quad \beta = 3\alpha$	Hemija (molekuli).

<ul style="list-style-type: none"> - razumije pojam <i>toplotna ravnoteža</i> i princip <i>mjerenja temperature</i> živinim termometrom - umije da uporedi <i>Celzijusovu</i> i <i>apsolutnu skalu temperature</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - razumiju subjektivan ošćaj vrijednosti temperature - razumiju kako se mjeri temperatura živinim termometrom - pripremaju referat na temu „Gasni termometar“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura i njeno mjerenje - Apsolutna skala temperature 	<p>Hemija (temperatura)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - zna što je <i>izotermi</i>, <i>izobarski</i> i <i>izohorski</i> proces - zna što je <i>idealni gas</i> - zna formulaciju <i>jednačine stanja idealnoga gasa</i> - razumije <i>Avogadrov zakon</i> i umije da ga primijeni - razumije što su <i>Bolcmanova konstanta</i> i <i>univerzalna gasna konstanta</i> - umije da objasni sadržaje <i>zakona idealnoga gasa</i> (Bojl-Mariotov, Gej-Lisakov i Šarlov) izražene pomoću apsolutne temperature - zna što je <i>parcijalni pritisak</i> u smješi gasova i sadržaj <i>Daltonova zakona</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - pronalaze računarski model izoprocesa i analiziraju kako se procesi odvijaju za različite vrijednosti parametara - prikazuju izoprocese u različitim koordinatnim sistemima ($p - V$, $p - T$, $V - T$) 	<ul style="list-style-type: none"> - Izoprocesi - Zakoni gasova - Izotermi proces $p_1V_1 = p_2V_2 = K = const$ - Izobarski proces $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = K = const$ - Izohorski proces $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = K = const$ - Jednačina stanja gasa $pV = n_mRT$ - Bolcmanova konstanta (k) - Univerzalna konstanta gasa $R = kN_A$ 	<p>Hemija (idealni gas).</p> <p>Matematika (grafik linearne funkcije).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - razumije pojam <i>koncentracija molekula</i> - umije da objasni pojam <i>srednja kinetička energija translatomoga kretanja molekula</i> - zna formulaciju <i>osnovne jednačine molekulamo-kinetičke teorije idealnoga gasa</i> - zna <i>vezu srednje kinetičke energije</i> translatomoga kretanja molekula i <i>apsolutne temperature</i> - umije da objasni <i>fizički smisao Bolcmanove konstante</i> - umije da formuliše izraze za <i>ukupnu energiju</i> jednoatomskih, dvoatomskih i višeatomskih molekula - umije da objasni kako <i>srednja kvadratna brzina</i> zavisi od molarne mase gasa - razumije <i>Štemov ogled</i> za mjerenje brzine molekula 	<ul style="list-style-type: none"> - upoznaju se s pojmom <i>srednja vrijednost kvadrata brzina molekula</i> - demonstriraju konstantnost sile pritiska sipanjem malih opiljaka na horizontalni papir - vježbaju prelazak s jednoga na drugi oblik osnovne jednačine molekulamo-kinetičke teorije - polazeći od izraza za ukupan broj molekula ($N = n_m N_A$) i veze srednje kinetičke energije s temperaturom, izvode izraz za ukupnu energiju molekula jednoatomskoga gasa - procjenjuju zbir ukupnih energija svih molekula gasa u učionici - polazeći od izraza $v_{srkv} = \sqrt{\overline{v^2}}$ i ostalih znanja iz ove teme, izvode vezu srednje kvadratne brzine i molarne mase - na osnovu dobijene veze potvrđuju poređenje brzine aviona i brzine molekula 	<ul style="list-style-type: none"> - Srednja vrijednost kvadrata brzina molekula $\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + \dots + v_N^2}{N}$ - Srednja kinetička energija translatomoga kretanja molekula $\overline{E_k} = \frac{1}{2} m_0 \overline{v^2}$ $\overline{E_k} = \frac{3}{2} kT$ - Koncentracija gasa $n = \frac{N}{V}$ - Osnovna jednačina molekulamo-kinetičke teorije $p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}$ ili $p = \frac{2}{3} n \overline{E_k}$ - Ukupna energija molekula jednoatomskoga gasa $U = \frac{3}{2} n_m RT$ - Ukupna energija molekula dvoatomskoga 	<p>Hemija (gasovito stanje supstancije).</p>

		$U = \frac{5}{2} n_m RT$ i molekula sa tri ili više atoma $U = 2 n_m RT$ - Srednja kvadratna brzina $v_{srkv} = \sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$	
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni zakone iz molekularne fizike za konstrukciju grafika izoprocesa u koordinatnim sistemima: (p, V), (p, T) i (V, T) - umije da primijeni zakone iz molekularne fizike pri upoređivanju dvije izoterme u koordinatnome sistemu (p, V), dvije izohore u (p, T) i dvije izobare u (V, T) - umije da primijeni zakone iz molekularne fizike pri upoređivanju parametara za dva stanja gasa 	<ul style="list-style-type: none"> - vježbaju konstrukciju grafika izotermkoga, izobarskoga i izohorskoga procesa u koordinatnim sistemima: (p, V), (p, T) i (V, T) - crtaju i analiziraju dvije različite izoterme u koordinatnome sistemu (p, V), dvije različite izohore u (p, T) i dvije različite izobare u (V, T) - analiziraju parametre dva stanja nakon crtanja dva stanja i grafika izoprocesa koji „prolaze“ kroz njih 	Primjeri iz molekularne fizike 1. Grafik gasnoga procesa <ul style="list-style-type: none"> - grafici izoprocesa u različitim koordinatnim sistemima - upoređivanje dvije izoterme, dvije izobare ili dvije izohore - upoređivanje parametara za dva stanja gasa) 	
<ul style="list-style-type: none"> - umije da uporedi gasove, tečnosti i čvrsta tijela - umije da uporedi topljenje kristala i topljenje amorfnihih tijela na osnovu temperature topljenja - razumije što je plazma - razumije molekularnu strukturu živih organizama 	<ul style="list-style-type: none"> - na osnovu prethodnih saznanja upoređuju osnovne osobine čvrstih tijela, tečnosti i gasova - upoređuju sastav i strukturu čvrstoga providnog dijamanta i mekoga crnog grafita 	<ul style="list-style-type: none"> - Upoređivanje gasova, tečnosti i čvrstih tijela - Kristali, amorfna tijela i tečnosti - Druga stanja supstancije 	Biologija (uticaj promjene agregatnih stanja na živa bića).
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni znanja iz teme „Molekularna fizika“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka. 	<ul style="list-style-type: none"> - rade laboratorijski rad „Eksperimentalna provjera Bojl-Mariotova zakona“ - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka - rješavaju test na temu „Molekularna fizika“ 		

Tema 6. TERMODINAMIKA

Orijentaciono: 11 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
Učenik/učenica: - zna što je <i>unutrašnja energija</i>	Učenici/učenice: - izračunavaju do kojega se sprata može	- Unutrašnja energija U - Količina toplote Q	Hemija (principi termodinamike).

<ul style="list-style-type: none"> - umije da objasni primjere promjene unutrašnje energije pri različitim procesima - zna što je <i>količina toplote</i> - zna <i>prvi zakon termodinamike</i> - razumije što je <i>adijabatski proces</i> - umije da <i>primijeni prvi zakon termodinamike</i> u izohornome, izobarnome, izoterskome i adijabatskome procesu - zna što je <i>toplotni kapacitet tijela C</i> i <i>specifična toplota supstancije c</i> - umije da opiše <i>kalorimetar</i> i objasni kako se pomoću njega određuje toplotni kapacitet tijela 	<p>podići putnički automobil na račun energije koja je potrebna da se 1 L vode zagrije od sobne temperature do tačke ključanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - vježbaju da razlikuju rad gasa A_g od rada nad gasom A - izvode eksperiment zagrijavanja gasa brzim sabijanjem (pumpa za gume) 	<ul style="list-style-type: none"> - Prvi zakon termodinamike (zakon održanja energije) <ul style="list-style-type: none"> $\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U + A_g$ - Rad gasa A_g - Rad nad gasom $A = -A_g$ - Toplotni kapacitet tijela $C = \frac{Q}{\Delta T}$ - Specifična toplota supstancije $c = \frac{Q}{m \Delta T}$ - Kalorimetar 	
<ul style="list-style-type: none"> - zna koji su osnovni elementi <i>toplotnoga motora</i> - umije da objasni transformaciju energije pri radu toplotnoga motora - umije da odredi <i>koristan rad</i> toplotnoga motora - zna što je koeficijent korisnoga dejstva toplotnoga motora - umije da objasni transformaciju energije pri radu <i>hladnjaka</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - izvode izraz za maksimalni koeficijent korisnoga dejstva - objašnjavaju zašto ne postoji idealni toplotni motor s maksimalnim koeficijentom korisnoga dejstva - provjeravaju da li se za vrijeme velikih vrućina može sniziti temperatura u sobi kad se hladnjak ostavi otvorenim nekoliko minuta i diskutuju o dobijenim rezultatima 	<ul style="list-style-type: none"> - Toplotni motor - Koristan rad motora <ul style="list-style-type: none"> $A_k = Q_1 - Q_2$ - Koeficijent korisnoga dejstva <ul style="list-style-type: none"> $\eta = \frac{A_k}{Q_1} \cdot 100\%$ - Maksimalni koeficijent korisnoga dejstva <ul style="list-style-type: none"> $\eta_{max} = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) 100\%$ - Hladnjaci 	<p>Matematika (procenat).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - razlikuje <i>povratne</i> i <i>nepovratne procese</i> u mehaničkim i toplotnim pojavama - zna <i>drugi zakon termodinamike</i> - razumije <i>energetska</i> i <i>ekološka krizu</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - objašnjavaju nepovratnost realnih procesa - diskutuju o tome da li je nepovratnost procesa posljedica zakona održanja energije - na okruglome stolu diskutuju na temu „Energetska i ekološka kriza u našem gradu“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Drugi zakon termodinamike - Nepovratnost i drugi zakon termodinamike - Energetska i ekološka kriza 	<p>Hemija (termodinamički principi).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni zakone iz termodinamike da bi dokazao/dokazala da je rad gasa pri izobarskom širenju $A_g = p\Delta V$ - umije da primijeni zakone iz termodinamike da bi izrazio/izrazila rad gasa u proizvoljnome procesu preko odgovarajuće površine - umije da primijeni zakone iz termodinamike da bi odredio/odredila količinu toplote predate gasu pri njegovu izohorskom širenju 	<ul style="list-style-type: none"> - polazeći od izraza za silu pritiska $F = pS$ i rad gasa $A_g = F \cdot \Delta l$, dokazuju da je $A_g = p\Delta V$ i određuju koja površina u koordinatnome sistemu (p, V) brojno odgovara ovome radu - prikazuje proces u koordinatnome sistemu (p, V) i dokazuju da se rad gasa može izraziti preko odgovarajuće površine 	<p>Primjeri iz termodinamike</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Određivanje rada gasa <ul style="list-style-type: none"> - rad gasa pri izobarskome širenju - grafičko određivanje rada gasa 2. Određivanje količine toplote predate gasu <ul style="list-style-type: none"> - izohorsko širenje gasa - izobarsko zagrijavanje gasa 3. Ciklični procesi <ul style="list-style-type: none"> - određivanje predate i primljene količine toplote u cikličnome procesu od dvije izobare i 	

<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni zakone iz termodinamike da bi odredio/odredila količinu toplote predate gasu pri njegovu izobarskom zagrijavanju - umije da primijeni zakone iz termodinamike da bi odredio predatu i primljenu količinu toplote u cikličnome procesu od dvije izobare i dvije izohore - umije da primijeni zakone iz termodinamike da bi odredio koeficijent korisnoga dejstva u cikličnome procesu od dvije izobare i dvije izohore 	<ul style="list-style-type: none"> - vježbaju rješavanje zadataka u kojima se određuje količina toplote predata gasu pri izohorskom i izobarskom zagrijavanju - analiziraju ciklični proces u koordinatnome sistemu (p, V) - primjenom I zakona termodinamike određuju predatu i primljenu količinu toplote u cikličnome procesu od dvije izobare i dvije izohore - korišćenjem definicije koeficijenta korisnoga dejstva određuju njegovu vrijednost u cikličnome procesu od dvije izobare i dvije izohore 	<p>dvije izohore</p> <ul style="list-style-type: none"> - određivanje koeficijenta korisnoga dejstva u cikličnome procesu od dvije izobare i dvije izohore 	
<ul style="list-style-type: none"> - zna što je <i>topljenje</i> i <i>kristalizacija</i> - zna što je <i>isparavanje</i> i navodi primjer kad isparava čvrsto tijelo - razumije što je <i>zasićena</i> i <i>nezasićena para</i> - zna što je <i>ključanje</i> - umije da objasni kad voda ključa na temperaturama različitim od 100 °C - zna što je <i>relativna vlažnost vazduha</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - analiziraju eksperiment: voda u posudi proključa, posuda se skloni od grijača, zatvori, okrene naopako i hladnom vodom se naliva dno posude - objašnjavaju u kojem dijelu dana pada rosa (i zašto) 	<ul style="list-style-type: none"> - Fazni prelazi - Topljenje i kristalizacija - Specifična toplota topljenja (λ) $Q = \lambda m$ - Isparavanje i kondenzacija - Specifična toplota isparavanja (L) $Q = Lm$ - Relativna vlažnost vazduha $\varphi = \frac{P}{P_z} 100\%$ 	
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni znanja iz teme „Termodinamika“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka. 	<ul style="list-style-type: none"> - rade laboratorijski rad „Određivanje relativne vlažnosti vazduha“ - rade laboratorijski rad „Određivanje specifične toplote topljenja leda“ - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka - rješavaju test na temu „Termodinamika“. 		

Tema 7. ELEKTROSTATIČKA INTERAKCIJA

Orijentaciono: 5 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
<p>Učenik/učenica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zna da postoje <i>dvije vrste</i> naelektrisanja i da ne postoji naelektrisanje bez čestica - umije da objasni kako se tijela naelektrišu trenjem 	<p>Učenici/učenice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - izvode i objašnjavaju privlačenje češlja i malih djelova papira - proučavaju mehanizam naelektrisavanja tijela trenjem 	<ul style="list-style-type: none"> - Priroda elektriciteta - Uloga električnih interakcija 	

<ul style="list-style-type: none"> - zna zakon održanja naelektrisanja - umije da objasni ulogu električnih interakcija u strukturi supstancije - umije da objasni uloge električnih interakcija u mehaničkim pojavama (sila elastičnosti i sila trenja) 	<ul style="list-style-type: none"> - diskutuju o tome da li je moguće da se pri sudaru neutralnih čestica stvaraju naelektrisane čestice - proučavaju ulogu električne interakcije u strukturi supstancije - proučavaju ulogu električne interakcije u nastajanju sile elastičnosti i sile trenja 		
<ul style="list-style-type: none"> - zna Kulonov zakon - umije da uporedi Kulonov zakon i Njutnov zakon gravitacije - zna što predstavlja relativna dielektrična konstanta sredine ϵ_r - razumije što je elementarno naelektrisanje - zna što je električno polje 	<ul style="list-style-type: none"> - proučavaju Kulonov zakon i granice njegove primjene - diskutuju o tome koliko je velika jedinica jedan kulon (1 C), a koliko elementarno naelektrisanje (1 e) - diskutuju o sličnostima i razlikama Kulonova zakona i Njutnova zakona gravitacije - objašnjavaju ulogu naelektrisanja i električnoga polja u funkcionisanju čovjekovih čula (vida, dodira, sluha, ukusa i mirisa) 	<ul style="list-style-type: none"> - Interakcija električnih naelektrisanja - Kulonov zakon $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}$ <ul style="list-style-type: none"> - relativna dielektrična konstanta sredine ϵ_r - električno polje 	Matematika (obrnuta proporcionalnost).
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni znanja iz teme „Elektrostatička interakcija“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka. 	<ul style="list-style-type: none"> - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka. 		

Tema 8. SVOJSTVA ELEKTRIČNOGA POLJA

Orientaciono: 8 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
Učenik/učenica: <ul style="list-style-type: none"> - zna što je jačina električnoga polja - razumije kako električno polje djeluje na tačkasto naelektrisanje - zna izraz za jačinu električnoga polja tačkastoga naelektrisanja - zna što su silnice (linije sile) električnoga polja i kako se pomoću njih opisuje/predstavlja električno polje - zna sadržaj principa superpozicije polja - razumije što je homogeno električno polje - umije da nacrtati i objasniti primjere električnoga polja: između isto i suprotno naelektrisanih tačkastih naelektrisanja, ravnomjerno naelektrisane šuplje sfere, 	Učenici/učenice: <ul style="list-style-type: none"> - grafički predstavljaju električno polje usamljenoga tačkastog (pozitivnog i negativnog) naelektrisanja - diskutuju o tome zašto se linije jačine električnoga polja često nazivaju „linije sile“ (Faradej) ili „silnice“ - korišćenjem principa superpozicije polja određuju polje između dva tačkasta naelektrisanja - diskutuju o tome da li se linije električnoga polja mogu seći - korišćenjem računarskoga programa generišu različite linije polja za tačkasta naelektrisanja čije vrijednosti sami/same 	<ul style="list-style-type: none"> - Jačina električnoga polja $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_p}$ - Jačina polja usamljenoga tačkastog naelektrisanja $E = k \frac{q}{r^2}$ - Princip superpozicije polja $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_N$ 	Matematika (simetrija). Hemija (električno polje).

ravnomjerno naelektrisane ravni i između dvije raznoimeno naelektrisane ravni	zadaju		
<ul style="list-style-type: none"> - umije da nacрта i objasni linije električnoga polja poslije unošenja metalne sfere u homogeno električno polje - zna što je <i>Faradejev kavez</i> - umije da nacрта i objasni električno polje poslije unošenja dielektrika (polarnoga i nepolarnoga) u homogeno električno polje - umije da objasni kako dolazi do <i>polarizacije dielektrika</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - vježbaju crtanje linija električnoga polja poslije unošenja provodnika ili dielektrika - nabrajaju primjere primjene Faradejeva kaveza u svojoj životnoj okolini - objašnjavaju zašto električno polje djeluje na nenaelektrisano tijelo 	<ul style="list-style-type: none"> - Provodnik - Dielektrik - Provodnici i dielektrici u električnome polju 	
<ul style="list-style-type: none"> - zna vezu promjene potencijalne energije i rada - zna da <i>rad električne sile</i> ne zavisi od oblika putanje tačkastoga naelektrisanja - zna vezu između potencijala i promjene potencijalne energije i naelektrisanja - umije da objasni <i>razliku potencijala</i> - zna vezu između izvršenoga <i>rada</i> i <i>napona</i> između početne i konačne tačke pomjeraja ($A = qU$) - zna što je <i>elektron-volt</i> (1 eV) - zna vezu razlike potencijala i jačine homogenoga električnog polja - umije da objasni <i>ekvipotencijalne površi</i> - umije da objasni pojavu <i>groma</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - diskutuju da li je velika razlika potencijala od 1 V - određuju rad pri pomjeranju tačkastoga naelektrisanja u pravcu homogenoga električnog polja - izvode izraz za vezu razlike potencijala i jačine homogenoga električnog polja - pišu referat o „mehanizmu“ stvaranja groma 	<ul style="list-style-type: none"> - Potencijalna energija naelektrisanja u elektrostatikome polju <li style="text-align: center;">$\Delta W_p = -A$ - Potencijal <li style="text-align: center;">$\varphi = \frac{W_p}{q}$ - Razlika potencijala <li style="text-align: center;">$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}$ - Elektron-volt (1 eV) - Veza potencijala i jačine električnoga polja <li style="text-align: center;">$E = \frac{U}{d}$ - Grom 	Biologija (nerv).
<ul style="list-style-type: none"> - zna što je <i>kapacitet usamljenoga provodnika</i> - zna što je <i>kondenzator</i> i umije da definiše <i>kapacitet kondenzatora</i> - umije da odredi <i>kapacitet ravnoga pločastog kondenzatora</i> - razumije kako kapacitet kondenzatora zavisi od dielektrične propustljivosti dielektrika - zna formulu za <i>energiju naelektrisanoga kondenzatora</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - iz odnosa potencijala provodnika i njegova naelektrisanja dolaze do zaključka da je taj odnos karakteristika provodnika - posmatraju kako se može mijenjati kapacitet kondenzatora - raspravljaju o primjenama kondenzatora u aparatima za komunikaciju (TV, mobilni telefon...) - izvode formulu za energiju naelektrisanoga kondenzatora 	<ul style="list-style-type: none"> - Kapacitet provodnika <li style="text-align: center;">$C = \frac{q}{\varphi}$ - Kapacitet kondenzatora <li style="text-align: center;">$C = \frac{q}{U}$ - Kapacitet ravnoga pločastog kondenzatora <li style="text-align: center;">$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ - Energija električnoga polja <li style="text-align: center;">$W_p = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$ 	Matematika (kvadratna funkcija).

- umije da primijeni znanja iz teme „Električno polje“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.	- vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka - rješavaju test na temu „Elektrostatika“.		
--	--	--	--

Tema 9. ZAKONI JEDNOSMJERNE STRUJE

Orijentaciono: 10 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
Učenik/učenica: - zna što je <i>električna struja</i> i njena <i>jačina</i> - razumije otkiće <i>prvoga izvora konstantne jednosmjerne struje</i> - razumije da pri proticanju električne struje dolazi do <i>hemijskoga, toplotnoga i magnetnoga</i> djelovanja	Učenici/učenice: - pišu referat o otkriću izvora električne struje - sastavljaju električno kolo jednosmjerne struje i objašnjavaju njegove elemente - raspravljaju o hemijskome, toplotnome i magnetnome djelovanju električne struje	- Električna struja - Izvori jednosmjerne struje - Jačina električne struje $I = \frac{q}{t}$ - Djelovanje električne struje	Biologija (električna struja u živim bićima).
- zna da <i>otpor otpornika</i> ne zavisi od jačine struje i napona - zna sadržaje <i>Omova zakona za dio kola</i> - umije da <i>primijeni Omov zakon za dio kola</i> - razumije kako <i>otpor elektrolita i metala</i> zavisi od <i>temperature</i> - razumije što je <i>specifični otpor supstancije</i> - zna kako specifični otpor metala zavisi od <i>temperature</i> - zna što je <i>superprovodnost</i>	- mjere jačinu struje i napon i za konstantan otpor otpornika crtaju grafik zavisnosti $I = f(U)$ - iz grafika zavisnosti $I = f(U)$ dolaze do zaključka da je odnos U/I karakteristika provodnika - analiziraju tablicu specifičnih otpora za različite supstancije - diskutuju o mogućim razlozima promjene otpora elektrolita i metala s promjenom temperature	- Otpor provodnika $R = \rho \frac{l}{S}$ - Specifični otpor ρ - Omov zakon za dio kola $I = \frac{U}{R}$ - Priroda električnoga otpora - Superprovodnost	Matematika (linearna funkcija).
- zna što je <i>ekvivalentni otpor</i> - umije da izračuna ekvivalentni otpor <i>redno i paralelno</i> vezanih otpornika - umije da objasni kako se raspodjeljuje napon među redno vezanim otpornicima - umije da objasni kako se raspodjeljuje jačina struje među paralelno vezanim otpornicima - zna čime se <i>mjere jačina struje i napon</i> - umije da <i>prikluči ampermetar</i> da bi izmjerio/izmjerila jačinu struje u provodniku - umije da <i>prikluči voltmetar</i> da bi izmjerio/izmjerila napon na krajevima provodnika	- izvode izraz za ekvivalentni otpor za dva redno vezana otpornika - izvode izraz za ekvivalentni otpor za dva paralelno vezana otpornika - dokazuju da, pri rednoj vezi, napon je veći na otporniku većega otpora - dokazuju da, pri paralelnoj vezi, jačina struje je veća kroz otpornik manjega otpora - vježbaju određivanje ekvivalentnoga otpora za kola u kojima su zastupljene i redna i paralelna veza otpornika	- Otpor redno vezanih otpornika $R = R_1 + R_2 + R_N$ - Otpor paralelno vezanih otpornika $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_N}$ - Mjerenje jačine struje - Mjerenje napona	Matematika (recipročna vrijednost).
- zna da odredi <i>rad struje</i>	- određuju rad struje u konkretnim primjerima	- Rad struje	

<ul style="list-style-type: none"> - zna <i>Džul-Lencov zakon</i> - umije da uporedi količine toplote pri rednoj vezi dva otpornika - umije da uporedi količine toplote pri paralelnoj vezi dva otpornika - zna što je <i>snaga električne struje</i> i umije da je izračuna 	<ul style="list-style-type: none"> - analiziraju ogled s dvije sijalice različitih otpora povezanih prvo redno, a zatim paralelno - određuju odnos oslobođenih količina toplote na otpornicima pri rednoj i paralelnoj vezi - upoređuju snage električnih kućnih aparata 	$A = qU = UI t$ <ul style="list-style-type: none"> - Džul-Lencov zakon $Q = UI t = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$ <ul style="list-style-type: none"> - Snaga jednosmjerne struje $P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$	
<ul style="list-style-type: none"> - razumije pojmove: <i>strana sila, elektromotorna sila izvora i unutrašnji otpor</i> - zna vezu elektromotorne sile i rada stranih sila - zna sadržaje <i>Omova zakona za cijelo kolo</i> - umije da odredi jačinu struje u kolu i napon na polovima izvora - umije da uporedi kinetičku energiju elektrona kroz provodnik i električnu energiju koja se kroz njega prenosi 	<ul style="list-style-type: none"> - analiziraju kretanje nosioca struje kroz izvor i kroz ostali dio kola - raspravljaju o prirodi stranih sila - korišćenjem zakona održanja energije izvode Omov zakon za cijelo kolo - analiziraju jačinu struje pri kratkome spoju - analiziraju napon na polovima izvora - upoznaju se s brzinom slobodnih elektrona kroz strujni provodnik 	<ul style="list-style-type: none"> - Elektromotorna sila $\varepsilon = \frac{A_{str}}{q}$ <ul style="list-style-type: none"> - Omov zakon za (cijelo) kolo $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ <ul style="list-style-type: none"> - Predaja energije električnom strujom 	
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni znanja iz teme „Zakoni jednosmjerne struje“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka 	<ul style="list-style-type: none"> - rade laboratorijski rad „Određivanje elektromotorne sile i unutrašnjeg otpora izvora struje“ - rade laboratorijski rad „Mjerenje elementarnoga naelektrisanja“ - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka - rješavaju test na temu „Zakoni jednosmjerne struje“. 		

III razred

(70 časova, raspoređeno 63 časa; 2 časa nedeljno)

Tema 10. MAGNETNE INTERAKCIJE

Orientaciono: 6 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
Učenik/učenica: <ul style="list-style-type: none"> - zna kako interaguju dva stalna magneta - umije da objasni đe se nalazi ševorni, a đe južni magnetni pol Zemlje - umije da objasni <i>Erstedov ogled</i> sa strujnim provodnikom i magnetnom iglom 	Učenici/učenice: <ul style="list-style-type: none"> - provjeravaju kako interaguju stalni magneti - posmatrajući ševorni i južni pol magnetne igle kompasa, određuju đe se nalaze ševorni i južni pol Zemlje - upoznaju se s <i>Erstedovim ogledom</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Interakcije stalnih magneta - Interakcije magneta i strujnoga provodnika - Interakcije paralelnih strujnih provodnika 	Matematika (vektorski proizvod).

<ul style="list-style-type: none"> - zna kako interaguju <i>dva paralelna strujna provodnika</i> - umije da objasni zašto između strujnih provodnika postoji <i>samo magnetna interakcija</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - upoznaju se s interakcijom paralelnih strujnih provodnika (kvalitativno) - diskutuju o tome ko „učestvuje“ u magnetnim interakcijama - razumije da je provodnik u cjelini neutralan - diskutuju o tome zašto između dva paralelna prava strujna provodnika postoji samo magnetna interakcija 		
<ul style="list-style-type: none"> - zna <i>ko stvara</i> magnetno polje i <i>na koga djeluje</i> magnetno polje - zna kako se određuje pravac i smjer <i>vektora magnetne indukcije</i> pomoću magnetne igle - zna definiciju <i>intenziteta vektora magnetne indukcije</i> - umije da odredi pravac, smjer (pravilo lijeve ruke) i intenzitet <i>amperove sile</i> - umije da objasni djelovanje magnetnoga polja na <i>pravougaoni strujni okvir</i> - umije da odredi pravac, smjer (pravilo lijeve ruke) i intenzitet <i>lorencove sile</i> - zna primjere primjene amperove i lorencove sile - zna što su <i>linije magnetne indukcije</i> - umije da <i>nacrta linije magnetne indukcije</i> u okolini stalnoga magneta, solenoida i pravoga strujnog provodnika 	<ul style="list-style-type: none"> - znaju da ševorni pol magnetne igle pokazuje smjer vektora magnetne indukcije - vježbaju se da određuju pravac, smjer (pravilo lijeve ruke) i intenzitet amperove sile - analiziraju djelovanje amperove sile na pravougaoni strujni okvir za svaki pravolinijski dio posebno i izvode zaključke o primjeni ovakvoga djelovanja električne struje - vježbaju se da određuju pravac, smjer (pravilo lijeve ruke) i intenzitet lorencove sile - analiziraju djelovanje lorencove sile na naelektrisanu česticu koja u magnetno polje uleti normalno na linije polja - uče definiciju linija magnetne indukcije i osmišljavaju način na koji se one mogu odrediti - posmatraju i analiziraju linije magnetne indukcije indukcije u okolini stalnoga magneta, solenoida i pravoga strujnog provodnika 	<ul style="list-style-type: none"> - Magnetno polje - Vektor magnetne indukcije \vec{B} $B = \frac{F}{Il}$ - Amperova sila $\vec{F}_A = I\vec{l} \times \vec{B}$$F_A = IlB \sin \alpha$ - Lorencova sila $\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$$F_L = qvB \sin \alpha$ - Poluprečnik putanje čestice $R = \frac{mv}{qB}$ - Linije magnetne indukcije 	<p>Biologija (magnetno polje i živa bića).</p> <p>Matematika (vektorski proizvod dva vektora).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni znanja iz teme „Magnetne interakcije“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka. 	<ul style="list-style-type: none"> - rade laboratorijski rad „Određivanje magnetne indukcije“ - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka. 		

Tema 11. MEHANIČKE OSCILACIJE I TALASI

Orijentaciono: 9 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
Učenik/učenica: - zna što su: <i>mehaničke oscilacije, amplituda, elongacija, period i frekvencija</i> - razumije što su <i>slobodne oscilacije</i> - zna <i>zakone promjene elongacije, brzine i</i>	Učenici/učenice: - posmatraju oscilovanja matematičkoga i opružnoga klatna i uče što su mehaničke oscilacije, puna oscilacija, amplituda, period i frekvencija	- Primjeri i karakteristike mehaničkih oscilacija (amplituda, period, frekvencija) - Povratna sila $F_x = -kx$	Matematika (funkcija $y(x) = A \cos(\omega x + \varphi)$).

<p>ubrzanja s vremenom</p> <ul style="list-style-type: none"> - umije da objasni uslove za slobodne oscilacije - zna što je <i>matematičko klatno</i> i formulu za njegov period - zna što je <i>opružno klatno</i> i formulu za njegov period 	<ul style="list-style-type: none"> - analiziraju zakone promjene elongacije, brzine i ubrzanja s vremenom: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ - upoznaju se s uslovima slobodnih oscilacija - uče formulu za period matematičkoga klatna i primjenjuju je u rješavanju zadataka - uče formulu za period opružnoga klatna i primjenjuju je u rješavanju zadataka 	<ul style="list-style-type: none"> - Zavisnosti promjena elongacije, brzine i ubrzanja s vremenom: <ul style="list-style-type: none"> $x(t) = x_0 \cos(\omega t + \varphi)$, $v(t) = -x_0 \omega \sin(\omega t + \varphi)$ $a(t) = -x_0 \omega^2 \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$ - Slobodne oscilacije - Period oscilacija matematičkoga klatna $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ - Period oscilacija opružnoga klatna $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ 	
<ul style="list-style-type: none"> - umije da objasni <i>periodične promjene potencijalne i kinetičke energije</i> pri slobodnim oscilacijama - umije da izvede zavisnost mehaničke energije oscilovanja od amplitude - zna što su <i>prigušene oscilacije</i> - zna što su <i>prinudne oscilacije</i> - zna što je <i>rezonancija</i> - umije da objasni zašto se javlja rezonancija 	<ul style="list-style-type: none"> - upoznaju se s promjenom kinetičke i potencijalne energije tokom vremena - prikazuju kinetičku i potencijalnu energiju oscilovanja u zavisnosti od vremena i na osnovu tih izraza određuju ukupnu mehaničku energiju, odnosno njenu zavisnost od amplitude - navode primjere prigušenih i prinudnih oscilacija iz svoje okoline - pronalaze primjere kad je rezonancija opasna, a kad može biti korisna 	<ul style="list-style-type: none"> - Promjena energije pri oscilacijama - Veza mehaničke energije i amplitude $E = \frac{1}{2} kx_0^2$ - Prinudne oscilacije - Rezonancija 	<p>Matematika (kvadratna funkcija; trigonometrijske funkcije).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - razumije što je <i>mehanički talas</i> - zna osnovne karakteristike talasa (<i>frekvencija, period, amplituda talasa i talasna dužina</i>) - zna <i>vezu brzine talasa</i> s njegovom <i>talasnom dužinom</i> i <i>frekvencijom</i> - umije da objasni što je <i>transverzalni</i>, a što <i>longitudinalni talas</i> - zna što je <i>zvuk, ultrazvuk i infrazvuk</i> - umije da primijeni formulu za <i>brzinu zvuka kroz čvrsto tijelo</i> - umije da primijeni formulu za <i>brzinu zvuka kroz gas</i> - zna što je <i>jačina zvuka</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - posmatraju prostiranje talasa duž kanapa i uče osnovne karakteristike mehaničkoga talasa - izvide izraz za brzinu talasa - crtaju položaj tačaka sredine u trenucima 0, $T/4$, $T/2$, $3T/4$, T, $5T/4$... - upoređuju poprečne i uzdužne talase - razumiju što su izvori zvuka, a što prijemnici zvuka - diskutuju o primjeni ultrazvuka i pojavi infrazvuka - upoređuju brzinu zvuka kroz čvrsta tijela i kroz gas - upoređuju objektivne i subjektivne jačine 	<ul style="list-style-type: none"> - Mehanički talas - Brzina talasa $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$ - Zvuk - Brzina zvuka kroz čvrsto tijelo $u = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ - Brzina zvuka kroz gas $u = u_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}}$ - Objektivna jačina zvuka 	

- zna što određuje <i>visinu, jačinu i boju zvuka</i> - razumije što je <i>zvučna rezonancija</i>	zvuka od različitih izvora - mjere subjektivnu jačinu zvuka na koncertima	$I = \frac{E}{St} = \frac{P}{t}$ - Subjektivna jačina zvuka $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$	
- umije da primijeni znanja iz teme „Mehaničke oscilacije i talasi“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.	- rade laboratorijski rad „Određivanje ubrzanja slobodnoga pada pomoću matematičkoga klatna“ - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka - rješavaju test na temu „Mehaničke oscilacije i talasi“.		

Tema 12. ELEKTROMAGNETNO POLJE

Orientaciono: 9 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
Učenik/učenica: - zna da se dobija struja pri <i>relativnom kretanju solenoida i magneta</i> - zna da se dobija struja u jednome solenoidu kad se mijenja jačina struje u drugome solenoidu - zna što je <i>fluks magnetnoga polja</i> - zna <i>zakon elektromagnetne indukcije</i>	Učenici/učenice: - posmatraju nastajanje struje pri relativnom kretanju magneta i solenoida - posmatraju nastajanje struje u jednome solenoidu pri promjeni jačine struje u drugome solenoidu - uče fluks magnetnoga polja i analiziraju korišćenjem osobina skalarnoga proizvoda dva vektora	- Pojava elektromagnetne indukcije - Indukovana elektromotorna sila $\varepsilon_i = RI_i$ - Fluks magnetnoga polja $\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{S} = BS \cos \alpha$ - Zakon elektromagnetne indukcije $\varepsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	Matematika (skalarni proizvod dva vektora).
- zna kako se određuje <i>smjer</i> indukovane struje - umije da objasni vezu Lencova pravila i zakona održanja energije - zna što je pojava <i>samoindukcije</i> - zna fizički smisao induktivnosti (<i>koeficijenta samoindukcije</i>) - umije da odredi <i>energiju magnetnoga polja</i> korišćenjem analogije s kinetičkom energijom	- uče Lencovo pravilo i vježbaju određivanje smjera indukovane struje - izvode izraz za elektromotornu silu samoindukcije i iz nje tumače fizički smisao koeficijenta samoindukcije - po analogiji s kinetičkom energijom, određuju izraz za energiju magnetnoga polja	- Lencovo pravilo - Sopstveni magnetni fluks $\Phi = LI$ - Pojava samoindukcije - Elektromotorna sila samoindukcije $\varepsilon_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ - Energija magnetnoga polja $W_m = \frac{LI^2}{2}$	

<ul style="list-style-type: none"> - umije da objasni <i>eksperimentalnu potvrdu</i> postojanja elektromagnetnih talasa - zna ko emituje elektromagnetne talase - razumije <i>rad oscilatornoga LC-kola</i> - poznaje <i>vrste elektromagnetnih talasa (spektar)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - upoznaju se s Hercovim eksperimentom - upoređuju polja koja stvara naelektrisana čestica koja miruje ili se kreće (ravnomjerno ili ubrzano) - analiziraju trenutnu „fotografiju“ elektromagnetnoga talasa - proučavaju oscilovanje LC kola koristeći analogiju s oscilovanjem matematičkoga klatna - pišu referat o spektru elektromagnetnih talasa - pišu referat o mobilnoj telefoniji 	<ul style="list-style-type: none"> - Elektromagnetni talas - LC-oscilatorno kolo - Spektar elektromagnetnih talasa 	
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni znanja iz teme „Elektromagnetni talasi“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka. 	<ul style="list-style-type: none"> - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka - rješavaju test na temu „Elektromagnetni talasi“. 		

Tema 13. GEOMETRIJSKA OPTIKA

Orijentaciono: 12 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
Učenik/učenica: <ul style="list-style-type: none"> - razumije što je svjetlosni zrak - umije da objasni <i>uslov primjenljivosti</i> zakona geometrijske optike - zna <i>zakon pravolinijskoga prostiranja</i> svjetlosti - zna što je <i>indeks prelamanja supstancije</i> - zna <i>zakon odbijanja svjetlosti</i> - zna <i>zakon prelamanja svjetlosti</i> - umije da objasni što je <i>totalna refleksija</i> - razumije kako nastaje <i>duga</i> i <i>fatamorgana</i> 	Učenici/učenice: <ul style="list-style-type: none"> - rješavaju računске i eksperimentalne zadatke u kojima se koristi veza između brzine svjetlosti u supstanciji i njezina indeksa prelamanja - posmatraju šipku koja je jednim dijelom potopljena u staklenu čašu s vodom - posmatraju predmet koji je na dnu prazne posude ili s vodom - izvode izraz za granični ugao totalne refleksije - diskutuju o primjeni totalne refleksije u tehnici i medicini - pišu referat o dugi i fatamorgani kao optičkim fenomenima 	<ul style="list-style-type: none"> - Uslov primjenljivosti geometrijske optike - Pravolinijsko prostiranje svjetlosti - Zakoni geometrijske optike - Indeks prelamanja $n = \frac{c}{v}$ - Zakon odbijanja svjetlosti $\alpha = \beta$ - Zakon prelamanja svjetlosti $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \gamma$ - Totalna refleksija $\sin \alpha_g = \frac{n_2}{n_1}$ 	Biologija (vid).
<ul style="list-style-type: none"> - zna osnovne <i>elemente ogledala</i> - zna različite vidove ogledala - zna što je <i>žična daljina ogledala</i> - razumije koji je lik <i>realan</i>, a koji <i>imaginaran</i> - umije da <i>konstruiše lik</i> kod ogledala 	<ul style="list-style-type: none"> - vježbaju konstrukciju lika kod ispupčenoga i izdubljenoga ogledala - izvode jednačinu (konkavnoga) ogledala - korišćenjem jednačine ogledala provjeravaju da li su dobro konstruisali lik u slučajevima 	<ul style="list-style-type: none"> - Oblici ogledala i osnovni elementi ogledala - Žična daljina ogledala $f = \frac{R}{2}$ 	

- zna <i>jednačinu ogledala</i>	kad je predmet između tjemena i žiže, u žiži, između žiže i centra krivine, u centru krivine i kad je beskonačno udaljen od tjemena ogledala	- Konstrukcija lika kod ogledala - Jednačina ogledala $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$	
- zna osnovne <i>elemente sočiva</i> - zna različite vidove sočiva - zna što je <i>žižna daljina</i> i <i>optička jačina sočiva</i> - razumije koji je lik <i>realan</i> , a koji <i>imaginaran</i> - umije da <i>konstruiše lik</i> kod sočiva - umije da konstruiše lik predmeta kod <i>lupe</i> - zna <i>jednačinu sočiva</i> - zna kako se određuje <i>uvećanje</i> sabirnoga sočiva kad je predmet veoma blizu žiži	- vježbaju konstrukciju lika kod sabirnoga i rasipnoga sočiva - izvode jednačinu (sabirnoga) sočiva - korišćenjem jednačine sočiva provjeravaju da li su dobro konstruisali lik u slučajevima kad je predmet između tjemena i žiže, u žiži, između žiže i centra krivine, u centru krivine i kad je beskonačno udaljen od tjemena sočiva	- Oblici sočiva i osnovni elementi sočiva - Jačina sočiva $D = \frac{1}{f}$ - Konstrukcija lika kod sočiva - Jednačina sočiva $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$ - Uvećanje sočiva $u = \frac{L}{P}$	Biologija (oko). Matematika (zakoni geometrije).
- razumije strukturu oka - umije da objasni kako se ispravlja kratkovidost i dalekovidost - zna kako se pravilno koristi lupa - umije da objasni osnovne optičke djelove <i>mikroskopa</i> - umije da objasni osnovne optičke djelove <i>teleskopa</i>	- analiziraju oko s aspekta optike - konstruišu prelamanje svjetlosti pri korekciji kratkovidosti i dalekovidosti - vježbaju korišćenje lupe i određuju njeno uvećanje - diskutuju o sličnostima i razlikama u principijelnoj shemi mikroskopa i teleskopa	- Oko - Optički pribori - Lupa $u = \frac{l}{f}$ - Mikroskop - Teleskop	Biologija (oko)
- umije da primijeni znanja iz teme „Geometrijska optika“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.	- rade laboratorijski rad „Određivanje indeksa prelamanja stakla“ - rade laboratorijski rad „Određivanje spektralnih granica ošjetljivosti oka“ - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka - rješavaju test na temu „Geometrijska optika“.		

Tema 14.KVANTI I ATOMI

Orijentaciono 12 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
Učenik/učenica: - razumije <i>Plankovu hipotezu</i> - zna što je <i>kvant svjetlosti</i>	Učenici/učenice: - diskutuju o Plankovoj hipotezi kao početku nove fizičke teorije	- Foton – kvant svjetlosti - Plankova hipoteza	Hemija (atom).

	<ul style="list-style-type: none"> - upoznaju se sa svojstvom diskretnosti vrijednosti fizičke veličine - nabrajaju diskretne vrijednosti iz svoga iskustva 	$E = h\nu$ $W = N \cdot h\nu$	
<ul style="list-style-type: none"> - umije da objasni proces fotoefekta - zna zakone fotoefekta - zna i umije da primijeni Ajnštajnovu jednačinu za fotoefekat - zna primjere primjene fotoefekta 	<ul style="list-style-type: none"> - upoznaju se s pojavom i zakonima fotoefekta - diskutuju o tome u čemu zakoni fotoefekta protivurječe zakonima klasične fizike - crtaju grafik zavisnosti $E_k(\nu)$ i analiziraju Ajnštajnovu jednačinu fotoefekta - razmatraju primjere primjene fotoefekta: automatsko upravljanje mehanizmima (otvaranje vrata), čitanje CD, sunčane baterije... 	<ul style="list-style-type: none"> - Zakoni fotoefekta - Teorija fotoefekta $h\nu = A_i + \frac{mv^2}{2}$ - Primjena fotoefekta 	
<ul style="list-style-type: none"> - razumije Tomsonov model atoma - umije da objasni Raderfordov eksperiment - razumije planetarni model atoma i njegove nedostatke - zna Borove postulate - razumije pojam kvantno stanje 	<ul style="list-style-type: none"> - pripremaju referate iz istorije otkrića strukture atoma - diskutuju o nedostacima planetarnoga modela atoma - uče Borove postulate 	<ul style="list-style-type: none"> - Struktura atoma - Raderfordov eksperiment - Planetarni model atoma - Glavni kvantni broj n - Borovi postulati $h\nu_{nm} = E_n - E_m$ 	
<ul style="list-style-type: none"> - razumije što su emisioni i apsorpcioni spektri - umije da na osnovu Borovih postulata objasni spektar i energetska strukturu atoma vodonika 	<ul style="list-style-type: none"> - posmatraju emisione i apsorpcione spektre - diskutuju o shematskome prikazivanju energetskih nivoa - računaju maksimalne i minimalne frekvencije za date serije - prikazuju energetska nivo elektrona u osnovnom stanju atoma vodonika i slobodnoga elektrona 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisioni i apsorpcioni spektri - Energetski nivoi - Spektralne serije $\frac{1}{\lambda_{nm}} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ - Energija elektrona $E_n = -\frac{const}{n^2}$ 	
<ul style="list-style-type: none"> - umije da primijeni znanja iz teme „Kvanti i atomi“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka. 	<ul style="list-style-type: none"> - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka. 		

Tema15. JEZGRO ATOMA

Orientaciono: 15 časova

Operativni ciljevi	Aktivnosti	Pojmovi / sadržaji	Korelacija
--------------------	------------	--------------------	------------

<p>Učenik/učenica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razumije <i>otkriće protona</i> - razumije <i>otkriće neutrona</i> - zna osnove <i>protonsko-neutronskeg modela jezgra</i> - zna kako <i>poluprečnik jezgra</i> zavisi od masenoga broja - zna što su <i>nuklearne sile</i> 	<p>Učenici/učenice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pripremaju referat o otkriću neutrona - shematski prikazuju jezgra vodonika, helijuma i litijuma - upoznaju se s osnovnim svojstvima nuklearnih sila 	<ul style="list-style-type: none"> - Jezgro atoma - Struktura jezgra - Maseni broj $A = Z + N$ - Poluprečnik jezgra $r = r_0 \sqrt[3]{A}$ - Nuklearne sile 	
<ul style="list-style-type: none"> - usvojio/usvojila je pojam <i>period poluraspada</i> - zna <i>zakon radioaktivnoga raspada</i> i umije da ga primijeni 	<ul style="list-style-type: none"> - upoznaju se s probabalističkim karakterom pojave radioaktivnoga raspada - na osnovu definicije perioda poluraspada T i tabličnoga i grafičkoga prikaza smanjenja broja neraspadnutih jezgara N u toku vremena ($T, 2T, 3T \dots$), dolaze do izraza za radioaktivni raspad 	<ul style="list-style-type: none"> - Vrijeme poluraspada (T) - Konstanta raspada (λ) - Zakon radioaktivnoga raspada $N = N_0 \cdot 2^{-t/T} \text{ i } N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ 	<p>Matematika (eksponencijalna funkcija).</p> <p>Istorija (određivanje starosti predmeta).</p> <p>Biologija (eazmnožavanje bakterija).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - umije da objasni α, β i γ <i>raspad</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - upoznaju se sa skretanjem α, β i γ zraka u magnetnome polju - pokazuju „pomjeranje“ jezgra u $Z - N$ koordinatnome sistemu pri različitim raspadima 	<ul style="list-style-type: none"> - α raspad ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \alpha$ - β^- raspad ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e + \bar{\nu}$ - β^+ raspad ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + {}^0_1 e + \nu$ - γ raspad 	<p>Biologija (radioaktivnost).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - razumije pojam <i>nuklearna reakcija</i> - zna vezu <i>mase i energije</i> - umije da objasni pri kojim nuklearnim reakcijama dolazi do oslobađanja energije, a koje se odvijaju uz ulaganje energije - zna <i>energiju veze i defekt mase</i> - razumije pojam <i>specifična energija veze</i> - umije da objasni <i>reakciju sinteze jezgara</i> - umije da objasni <i>reakciju dijeljenja jezgra</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - upoznaju se s produktima jedne jednostavne reakcije sinteze i jedne jednostavne reakcije dijeljenja jezgra - uče što je defekt mase i vezu između energije i mase tijela koje miruje - analiziraju zavisnost energije veze po jednome nukleonu od masenoga broja jezgra - izračunavaju energiju koja se oslobodi pri jednoj reakciji dijeljenja jezgra urana i upoređuju energija jezgara 1 g urana s energijom uglja 	<ul style="list-style-type: none"> - Nuklearna reakcija $a(A, B)b$ - Defekt mase $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_j$ - Energija čestice koja miruje $E = mc^2$ - Energija veze jezgra $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ - Energija veze po jednome nukleonu $f = \frac{E_v}{A} = \frac{\Delta m \cdot c^2}{A}$ - Energija nuklearne reakcije 	<p>Istorija (otkriće nuklearne energije; pravljenje atomske bombe).</p>

		$Q = m_a c^2 + m_A c^2 - m_b c^2 - m_B c^2$ - Reakcija sinteze i dijeljenja jezgra	
- zna osnovne pojmove <i>dozimetrije</i> - umije da objasni <i>primjenu radioaktivnih izotopa</i> u industriji, medicini i agronomiji	- upoznaju se s prodornošću α , β i γ zraka - pripremaju referat o „mehanizmu“ djelovanja zračenja na ljudski organizam - pripremaju referat na temu primjene radioaktivnih izotopa - diskutuju o perspektivama izgradnje nuklearnih elektrana u Crnoj Gori	- Dozimetrija - Apsorbovana doza $D = \frac{E}{m}$ - Snaga doze zračenja $P = \frac{D}{t}$ - Korišćenje radioaktivnih izotopa	Biologija (uticaj zračenja na živa bića).
- umije da primijeni znanja iz teme „Jezgro atoma“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.	- rade laboratorijski rad „Modeliranje radioaktivnog raspada“ - vježbaju rješavanje kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka - rješavaju test na temu „Kvantna fizika“.		

5. Didaktičke preporuke

Predmetni program je strukturiran na osnovu fizičkih teorija: mehanika, molekularna fizika, elektrodinamika i kvantna fizika.

Operativni ciljevi, aktivnosti i sadržaji

U četvrtome dijelu predmetnoga programa, podijeljeni na 15 tema, navedeni su operativni ciljevi, aktivnosti, pojmovi – sadržaji i korelacije.

Iz prve i druge kolone (Operativni ciljevi i Aktivnosti) može se vidjeti da se učenje / nastava fizike treba zasnivati na eksperimentima i aktivnome učešću učenika/učenica u svim etapama nastavnoga procesa. U trećoj koloni (Pojmovi / Sadržaji) date su *sve formule* koje se izučavaju u nastavi / učenju fizike u opštoj gimnaziji.

Kao jedan od vidova eksperimentalnih zadataka predviđeno je da učenik/učenica uradi po najmanje četiri laboratorijska rada u jednome razredu. Kad u školi ne postoje uslovi za realizaciju navedenih laboratorijskih radova, mogu se uraditi slični laboratorijski radovi:

- *Određivanje ubrzanja tijela pri pravolinijskome ravnomjerno ubrzanom kretanju*
- *Izučavanje horizontalnoga hica*
- *Određivanje koeficijenta elastičnosti opruge*
- *Određivanje koeficijenta trenja klizanja*
- *Izučavanje zakona održanja mehaničke energije*
- *Provjera jednačine stanja idealnoga gasa*
- *Proučavanje fotografija tragova naelektrisanih čestica.*

Problemska nastava

Da bi uspješno ostvario/ostvarila mnogobrojne ciljeve učenja fizike, nastavnik/nastavnica fizike treba da primjenjuje različite forme, metode i oblike rada. Nastava fizike, po prirodi svojih sadržaja, za realizaciju predviđenih ciljeva i zadataka omogućava i zahtijeva problemski oblik nastave. Optimizacija problemske nastave i ukupnoga nastavnog procesa može se postići:

- *promjenljivošću problemskoga usvajanja sadržaja* (zavisno od konkretnih uslova u odjeljenju)
- *uzimanjem u obzir individualnih karakteristika učenika/učenica.*

To se odnosi na sve oblike učenja iz fizike: usvajanje novih sadržaja, izvođenje eksperimentalnih radova, rješavanje zadataka na času ili zadataka za domaći rad itd. Na primjer, optimizacija problemske nastave pri demonstraciji fizičkih ogleda može se ostvariti na pet načina:

- nastavnik/nastavnica koristi demonstracioni ogled kao ilustraciju svojih objašnjenja
- nastavnik/nastavnica izvodi ogled, a učenici/učenice ili izvode zaključke iz njega ili objašnjavaju dobijene rezultate
- učenici/učenice predviđaju rezultate ogleda
- nastavnik/nastavnica postavlja učenicima/učenicama problem i predlaže im da oni/one samostalno odrede način eksperimentalnoga rješavanja (ispitivanja) toga problema
- učenici/učenice za domaći rad dobijaju zadatak da urade projektovani ogled.

Svaki od navedenih pet načina obezbjeđuje visok nivo aktivizacije učenika/učenica.

Rješavanje zadataka

Potrebno je pažljivo odabrati računске zadatke koji, ako je moguće, imaju jaku vezu s realnim situacijama. Njihovom izradom neophodno je usmjeriti učenike/učenice u pravilno korišćenje usvojenih znanja i vještina. Takođe je neophodno da učenici/učenice pravilno vrednuju dobijeni rezultat i njegov pravilan zapis. Posebno obratiti pažnju da se najprije rješavaju najjednostavniji zadaci, a zatim oni koji zahtijevaju sintezu i analizu stečenih znanja.

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 umijeća
- povećano interesovanje za izučavanje fizike
- razvijanje logičkoga mišljenja
- podsticanje učenika/učenica na inicijativu
- da učenik/učenica stiče samostalnost u radu i upornost u savladavanju teškoća.

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

- kvalitativnih zadataka (zadaci-pitanja)
- kvantitativnih zadataka (računski zadaci) i
- eksperimentalnih zadataka.

Vježbanje rješavanja kvantitativnih zadataka iz fizike izuzetno je važna komponenta učenja fizike. Kako ono za učenike/učenice često predstavlja vid učenja s najsloženijim zahtjevima, onda je nastavnik/nastavnica obavezan/obavezna da im dâ odgovarajuće instrukcije, napomene i savjete u vezi s rješavanjem zadataka. Napomene treba da obuhvate:

- najčešće tipove zadataka u datoj temi
- najčešće greške i slabosti u znanjima učenika/učenica pri rješavanju zadataka u datoj temi
- osnovne zakone i formule koje se koriste za rješavanje zadataka iz ove teme i granice njihove primjene

- posebne napomene i sugestije
- primjere za demonstraciju metodike rješavanja, tj. algoritam za rješavanje datoga tipa zadatka.

Ove napomene treba pažljivo osmisлити za svaku temu posebno.

6. Standardi znanja

I RAZRED

Tema 1. Fizika i naučni metod saznanja. Fizička veličina

Učenik/učenica zna:

- smisao pojmova: *fizička pojava, hipoteza, zakon, teorija, mjerenje, srednja vrijednost rezultata mjerenja, apsolutna greška, relativna greška*
- da fizička veličina opisuje osobinu tijela ili pojave
- da se vrijednost fizičke veličine izražava brojevnom vrijednošću i jedinicom
- osnovne jedinice SI.

Učenik/učenica umije da:

- razlikuje hipotezu od naučne teorije
- vrijednost fizičke veličine izrazi brojevnom vrijednošću i jedinicom
- odredi jedinicu izvedene fizičke veličine na osnovu poznatih osnovnih jedinica i veze između fizičkih veličina
- koristi prefikse (dekadne i decimalne faktore).

Tema 2. Kinematika

Učenik/učenica zna:

- da je mirovanje i kretanje tijela relativno
- što je mehaničko kretanje, sistem referencije, putanja, put, radijus-vektor, pomjeraj, materijalna tačka, suprotni vektori, normalna projekcija vektora, srednja putna i srednja pomjerajna brzina, relativna brzina, pravolinijsko ravnomjerno kretanje, srednje i trenutno ubrzanje, početna brzina, slobodni pad, ubrzanje slobodnoga pada ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$), vertikalni hitac (naviše i naniže), period rotacije, puni obrtaj, frekvencija, ravnomjerno kretanje po kružnici, centripetalno (normalno) ubrzanje
- da je pomjeraj vektorska veličina
- razliku puta i pomjeraja
- što predstavlja normalna projekcija vektora položaja na osu
- kako je usmjeren vektor trenutne brzine
- kako vektor ubrzanja zavisi od promjene brzine
- formule za zavisnost od vremena projekcije brzine i projekcije pomjeraja.

Učenik/učenica umije da:

- razlikuje pravolinijsko i krivolinijsko kretanje
- odredi pomjeraj na osnovu početnoga i konačnoga radijus-vektora
- pomnoži skalar i pomjeraj
- sabere i oduzme dva pomjeraja
- odredi normalnu projekciju vektorske fizičke veličine (za uglove od 30° , 45° i 60° između vektora i ose)
- odredi put, brzinu i ubrzanje materijalne tačke pri pravolinijskome ravnomjernom kretanju

- razlikuje pravolinijsko ravnomjerno ubrzano, ravnomjerno i ravnomjerno usporeno kretanje
- primijeni formule za zavisnost od vremena projekcije brzine i projekcije pomjeraja
- nacрта grafike zavisnosti ubrzanja, projekcije brzine i projekcije pomjeraja od vremena
- odredi koordinatu tijela (u trenutku t) koje slobodno pada
- odredi projekciju brzine tijela (u trenutku t) koje slobodno pada
- odredi koordinatu tijela (u trenutku t) čija je početna brzina vertikalna
- odredi projekciju brzine tijela (u trenutku t) čija je početna brzina vertikalna
- odredi horizontalnu i vertikalnu koordinatu tijela (u trenutku t) čija je početna brzina horizontalna
- odredi horizontalnu i vertikalnu projekciju brzine tijela (u trenutku t) čija je početna brzina horizontalna
- odredi vezu između perioda i frekvencije
- razlikuje tangencijalno i normalno ubrzanje
- odredi pravac, smjer i intenzitet centripetalnoga ubrzanja za ravnomjerno kretanje po kružnici
- primijeni znanja iz teme „Kinematika“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 3. Dinamika

Učenik/učenica zna:

- što je inercijalni sistem referencije, sila normalne reakcije podloge, prva kosmička brzina, druga kosmička brzina, težina tijela, sila zatezanja niti
- da je inercijalni sistem primjer naučne idealizacije
- da je sila mjera interakcije
- da su gravitaciona sila, sila elastičnosti i sila trenja tri vida sile u mehanici
- uzrok nastajanja sile elastičnosti i njen smjer
- Hukov zakon
- kako sila teže zavisi od mase tijela
- da stalna sila uzrokuje stalno ubrzanje
- da je masa mjera inercije tijela
- 1. Njutnov zakon
- 2. Njutnov zakon
- 3. Njutnov zakon
- Njutnov zakon gravitacije
- vrijednost prve kosmičke brzine za Zemljine satelite.

Učenik/učenica umije da:

- objasni relativnost mirovanja i kretanja, osnovna svojstva sile kojima interaguju dva tijela, kako gravitaciona sila zavisi od masa tijela, kako gravitaciona sila zavisi od rastojanja između tijela, fizički smisao gravitacione konstante, kako se na osnovu poznate vrijednosti gravitacione konstante može odrediti masa Zemlje, zašto se javlja i od čega zavisi sila trenja klizanja i sila trenja mirovanja
- izračuna projekciju sile elastičnosti
- odredi težinu tijela koje miruje i težinu tijela koje se kreće ubrzano
- izrazi rezultantu sila koje djeluju na tijelo, silu teže korišćenjem Njutnova zakona gravitacije
- odredi vezu jedinice za silu s osnovnim jedinicama za vrijeme, dužinu i masu
- navede primjere kad se pravac kretanja tijela razlikuje od pravca rezultante, primjere kad je tijelo u bestežinskome stanju

- izvede izraz za prvu kosmičku brzinu
- primijeni 2. Njutnov zakon
- primijeni zakone iz dinamike da bi odredio/odredila poluprečnik orbite telekomunikacionoga satelita koji je stalno iznad iste tačke na površi Zemlje
- primijeni zakone iz dinamike da bi odredio/odredila da li Mjesec jače privlači Zemlja ili Sunce
- primijeni zakone iz dinamike da bi odredio/odredila vrijednost koeficijenta trenja pri kojem će tijelo da miruje na hrapavoj strmoj ravni nagibnoga ugla $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$
- primijeni zakone iz dinamike da bi odredio/odredila ubrzanje tijela koje klizi niz hrapavu strmu ravan nagibnog ugla $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$
- primijeni zakone iz dinamike da bi odredio/odredila maksimalnu brzinu automobila koji se kreće u „kružnome toku“
- primijeni zakone iz dinamike da bi odredio/odredila ubrzanje dva teža povezana pomoću niti koja je prebačena preko kotura
- primijeni znanja iz teme „Dinamika“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

II RAZRED

Tema 4. Zakoni održanja u mehanici

Učenik/učenica zna:

- što je impuls tijela, impuls sile, snaga, kinetička i potencijalna energija, potencijalna energija elastičnosti, gravitaciona potencijalna energija, reaktivno kretanje
- zakon održanja impulsa i uslove njegove primjene
- vezu rada i potencijalne energije
- vezu rada i kinetičke energije
- zakon održanja ukupne mehaničke energije
- zakon održanja energije.

Učenik/učenica umije da:

- primijeni zakon održanja impulsa
- odredi znak rada sile teže, sile elastičnosti i sile trenja
- da odredi rad sile za oštar ($30^\circ, 45^\circ$ i 60°), prav i tup ugao između sile i pomjeraja
- izrazi snagu preko sile i brzine
- objasni sadržaje zakona održanja ukupne mehaničke energije
- primijeni zakon održanja ukupne mehaničke energije
- primijeni zakone održanja u mehanici da bi odredio/odredila brzinu tijela nakon apsolutno neelastičnoga sudara, ako je jedno tijelo mirovalo prije sudara
- primijeni zakone održanja u mehanici da bi odredio/odredila brzine kuglica jednakih masa poslije njihova apsolutno elastičnoga sudara
- primijeni zakone održanja u mehanici da bi dokazao/dokazala da tijelo, obješeno neistegljivom niti, kad se pusti iz položaja u kojem je nit horizontalna, pri prvome prolasku kroz položaj ravnoteže ima tri puta veću težinu nego kad miruje u tome položaju
- primijeni zakone održanja u mehanici da bi odredio/odredila minimalnu početnu visinu s koje treba pustiti tijelo da klizi da se ne bi odvojilo od žljeba „mrtve petlje“
- primijeni zakon održanja energije
- primijeni znanja iz teme „Zakoni održanja u mehanici“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 5. Molekularna fizika

Učenik/učenica zna:

- da postoje molekuli
- da objasni kako se mogu odrediti dimenzije molekula
- razliku između makroskopskih i mikroskopskih parametara
- što je gustina tijela, toplotno linearno i zapreminsko širenje tijela, jedan mol i Avogadrov broj, atomska jedinica mase, molarna masa, toplotna ravnoteža, izotermni, izobarni i izohorski proces, idealni gas, Bolcmanova konstanta, univerzalna konstanta gasa, parcijalni pritisak u smješi gasova, koncentracija molekula, plazma
- da je gustina konstantna u svim djelovima homogenoga tijela
- princip mjerenja temperature živinim termometrom
- formulaciju jednačine stanja idealnoga gasa
- Avogadrov zakon
- sadržaj Daltonova zakona
- formulaciju osnovne jednačine molekularno-kinetičke teorije idealnoga gasa
- vezu srednje kinetičke energije translatornog kretanja molekula i apsolutne temperature.

Učenik/učenica umije da:

- objasni interakciju molekula, sadržaje zakona idealnoga gasa (Bojl-Mariotov, Gej-Lisakov i Šarlov), pojam srednja kinetička energija translatornoga kretanja molekula, fizički smisao Bolcmanove konstante, kako srednja kvadratna brzina zavisi od molarne mase gasa
- odredi molarnu masu korišćenjem periodnoga sistema elemenata
- umije da izvede vezu između koeficijenata linearnoga i zapreminskoga širenja tijela
- uporedi Celzijusovu i apsolutnu skalu temperature, gasove, tečnosti i čvrsta tijela, topljenje kristala i topljenje amorfniha tijela na osnovu temperature topljenja
- primijeni Avogadrov zakon
- formuliše izraze za ukupnu energiju jednoatomskih, dvoatomskih i višeatomskih molekula
- primijeni zakone iz molekularne fizike za konstrukciju grafika izoprocesa u koordinatnim sistemima: (p,V) , (p,T) i (V,T)
- primijeni zakone iz molekularne fizike pri upoređivanju dvije izoterme u koordinatnome sistemu (p,V) , dvije izohore u (p,T) i dvije izobare u (V,T)
- primijeni zakone iz molekularne fizike pri upoređivanju parametara za dva stanja gasa
- primijeni znanja iz teme „Molekularna fizika“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 6. Termodinamika

Učenik/učenica zna:

- što je unutrašnja energija, adijabatski proces, količina toplote, toplotni kapacitet tijela, specifična toplota supstancije, koeficijent korisnoga dejstva toplotnoga motora, topljenje i kristalizacija, isparavanje, zasićena i nezasićena para, ključanje, relativna vlažnost vazduha
- prvi zakon termodinamike
- da navede primjere kad isparava čvrsto tijelo
- koji su osnovni elementi toplotnoga motora
- da razlikuje povratne i nepovratne procese u mehaničkim i toplotnim pojavama
- drugi zakon termodinamike.

Učenik/učenica umije da:

- objasni primjere promjene unutrašnje energije pri različitim procesima, transformaciju energije pri radu toplotnoga motora, transformaciju energije pri radu hladnjaka, kad voda ključa na temperaturama različitim od 100 °C
- primijeni prvi zakon termodinamike u izohorskom, izobarskom, izotermnom i adijabatskom procesu
- opiše kalorimetar i objasni kako se pomoću njega određuje toplotni kapacitet tijela
- odredi koristan rad toplotnoga motora
- primijeni zakone iz termodinamike da bi dokazao/dokazala da je rad gasa pri izobarskom širenju $A_g = p\Delta V$
- primijeni zakone iz termodinamike da bi izrazio/izrazila rad gasa u proizvoljnom procesu preko odgovarajuće površine
- primijeni zakone iz termodinamike da bi odredio/odredila količinu toplote predate gasu pri njegovu izohorskom širenju
- primijeni zakone iz termodinamike da bi odredio/odredila količinu toplote predate gasu pri njegovu izobarskom zagrijavanju
- primijeni zakone iz termodinamike da bi odredio/odredila predatu i primljenu količinu toplote u cikličnom procesu od dvije izobare i dvije izohore
- primijeni zakone iz termodinamike da bi odredio/odredila koeficijent korisnoga dejstva u kružnom procesu od dvije izobare i dvije izohore
- primijeni znanja iz teme „Termodinamika“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 7. Elektrostatička interakcija

Učenik/učenica zna:

- da postoje dvije vrste naelektrisanja i da ne postoji naelektrisanje bez čestica
- zakon održanja naelektrisanja
- Kulonov zakon
- što je elementarno naelektrisanje, električno polje, relativna dielektrična konstanta sredine.

Učenik/učenica umije da:

- objasni kako se tijela naelektrišu trenjem, ulogu električnih interakcija u strukturi supstancije, uloge električnih interakcija u mehaničkim pojavama (sila elastičnosti i sila trenja)
- uporedi Kulonov zakon i Njutnov zakon gravitacije
- primijeni znanja iz teme „Elektrostatička interakcija“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 8. Svojstva električnoga polja

Učenik/učenica zna:

- što je jačina električnoga polja, linije sile (silnice) električnoga polja i kako se pomoću njih opisuje/predstavlja električno polje, homogeno električno polje; Faradejev kavez, dielektrična propustljivost, elektron-volt, kapacitet usamljenoga provodnika, kondenzator
- kako električno polje djeluje na tačkasto naelektrisanje
- izraz za jačinu električnoga polja tačkastoga naelektrisanja
- princip superpozicije polja
- vezu promjene potencijalne energije i rada
- da rad električne sile ne zavisi od oblika putanje tačkastoga naelektrisanja
- vezu između potencijala i promjene potencijalne energije i naelektrisanja
- vezu između izvršenoga rada i napona između početne i konačne tačke pomjeraja
- vezu razlike potencijala i jačine homogenoga električnog polja
- kako kapacitet kondenzatora zavisi od dielektrične konstante dielektrika
- formulu za energiju naelektrisanoga kondenzatora.

Učenik/učenica umije da:

- nacрта i objasni primjere električnoga polja: između isto i suprotno naelektrisanih tačkastih naelektrisanja, ravnomjerno naelektrisane šuplje sfere, ravnomjerno naelektrisane ravni i između dvije raznoimeno naelektrisane ravni
- nacрта i objasni linije električnoga polja poslije unošenja metalne sfere u homogeno električno polje
- nacрта i objasni električno polje poslije unošenja dielektrika (polarnoga i nepolarnoga) u homogeno električno polje
- objasni kako dolazi do polarizacije dielektrika, ekvipotencijalne površi, pojave groma
- definiše kapacitet kondenzatora
- odredi kapacitet ravnoga pločastog kondenzatora
- primijeni znanja iz teme „Električno polje“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 9. Zakoni jednosmjerne struje

Učenik/učenica zna:

- što je električna struja i njena jačina, specifični otpor supstancije, superprovodnost, ekvivalentni otpor, snaga električne struje
- da pri proticanju električne struje dolazi do hemijskoga, toplotnoga i magnetnoga djelovanja
- da otpor provodnika ne zavisi od jačine struje i napona
- Omov zakon za dio kola
- kako otpor elektrolita i metala zavisi od temperature
- kako specifični otpor metala zavisi od temperature
- čime se mjere jačina struje i napon
- da odredi rad struje
- Džul-Lencov zakon
- pojmove: strana sila, elektromotorna sila izvora i unutrašnji otpor
- vezu elektromotorne sile i rada stranih sila
- Omov zakon za cijelo kolo.

Učenik/učenica umije da:

- primijeni Omov zakon za dio kola
- izračuna ekvivalentni otpor redno i paralelno vezanih otpornika
- objasni kako se raspodjeljuje napon među redno vezanim otpornicima, kako se raspodjeljuje jačina struje među paralelno vezanim otpornicima
- priključi ampermetar da bi izmjerio jačinu struje u provodniku, voltmetar da bi izmjerio napon na krajevima provodnika
- uporedi količine toplote pri rednoj vezi dva otpornika, količine toplote pri paralelnoj vezi dva otpornika, kinetičku energiju elektrona kroz provodnik i električnu energiju koja se kroz njega prenosi
- odredi jačinu struje u kolu i napon na polovima izvora, snagu električne struje
- primijeni znanja iz teme „Zakoni jednosmjerne struje“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

III RAZRED

Tema 10. Magnetne interakcije

Učenik/učenica zna:

- kako interaguju dva stalna magneta
- kako interaguju dva paralelna strujna provodnika
- ko stvara magnetno polje i na koga djeluje magnetno polje

- kako se određuje pravac i smjer vektora magnetne indukcije pomoću magnetne igle
- primjere primjene amperove i lorencove sile
- što su linije magnetne indukcije.

Učenik/učenica umije da:

- objasni de se nalazi severni, a de južni magnetni pol Zemlje, Erstedov ogled sa strujnim provodnikom i magnetnom iglom, zašto između strujnih provodnika postoji samo magnetna interakcija, djelovanje magnetnoga polja na pravougaoni strujni okvir
- odredi pravac, smjer (pravilo lijeve ruke) i intenzitet amperove sile
- odredi pravac, smjer (pravilo lijeve ruke) i intenzitet lorencove sile
- nacрта linije magnetne indukcije u okolini stalnoga magneta, solenoida i pravoga strujnog provodnika
- primijeni znanja iz teme „Magnetne interakcije“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 11. Mehaničke oscilacije i talasi

Učenik/učenica zna:

- što su mehaničke oscilacije, amplituda, period, elongacija, frekvencija, matematičko klatno, opružno klatno, prigušene oscilacije, prinudne oscilacije, rezonancija, mehanički talas, zvuk, ultrazvuk i infrazvuk, jačina zvuka, zvučna rezonancija
- zakone promjene elongacije, brzine i ubrzanja s vremenom
- razumije što su slobodne oscilacije
- formule za period matematičkoga i opružnoga klatna
- osnovne karakteristike talasa (frekvencija, period, amplituda talasa i talasna dužina)
- vezu brzine talasa s njegovom talasnom dužinom i frekvencijom
- što određuje visinu, jačinu i boju zvuka.

Učenik/učenica umije da:

- objasni uslove za slobodne oscilacije, periodične promjene potencijalne i kinetičke energije pri slobodnim oscilacijama, zašto se javlja rezonancija, što je transversalni, a što longitudinalni talas
- izvede vezu ukupne mehaničke energije oscilovanja i amplitude
- primijeni formule za brzinu zvuka kroz čvrsto tijelo i kroz gas
- primijeni znanja iz teme „Mehaničke oscilacije i talasi“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 12. Elektromagnetno polje

Učenik/učenica zna:

- da pri relativnome kretanju solenoida i magneta indukuje struja
- da se struja indukuje u jednome solenoidu kad se mijenja jačina struje u drugome solenoidu
- što je fluks magnetnoga polja, pojava samoindukcije, fizički smisao induktivnosti (koeficijenta samoindukcije)
- zakon elektromagnetne indukcije
- kako se određuje smjer indukovane struje
- ko emituje elektromagnetne talase
- princip rada oscilatornoga LC-kola
- vrste elektromagnetnih talasa (spektar).

Učenik/učenica umije da:

- objasni vezu Lencova pravila i zakona održanja energije, eksperimentalnu potvrdu postojanja elektromagnetnih talasa

- odredi energiju magnetnoga polja korišćenjem analogije s kinetičkom energijom
- primijeni znanja iz teme „Elektromagnetni talasi“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 13. Geometrijska optika

Učenik/učenica zna:

- razumije što je svjetlosni zrak
- zakon pravolinijskoga prostiranja svjetlosti
- što je indeks prelamanja supstancije, žižna daljina ogledala, žižna daljina i optička jačina sočiva
- zakon odbijanja svjetlosti
- zakon prelamanja svjetlosti
- kako nastaju duga i fatamorgana
- osnovne elemente ogledala
- različite oblike ogledala
- koji je lik kod ogledala realan, a koji imaginaran
- jednačinu ogledala
- osnovne elemente sočiva
- različite oblike sočiva
- koji je lik kod sočiva realan, a koji imaginaran
- jednačinu sočiva
- kako se određuje uvećanje sabirnoga sočiva kad je predmet veoma blizu žiži
- kako se pravilno koristi lupa.

Učenik/učenica umije da:

- objasni uslov primjenjivosti zakona geometrijske optike, što je totalna refleksija, kako se ispravlja kratkovidost i dalekovidost, osnovne optičke djelove mikroskopa i teleskopa
- konstruiše lik predmeta kod ogledala, kod sočiva, kod lupe
- primijeni znanja iz teme „Geometrijska optika“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 14. Kvanti i atomi

Učenik/učenica zna:

- Plankovu hipotezu
- što je kvant svjetlosti, kvantnoga stanja, emisioni i apsorpcioni spektri
- zakone fotoefekta
- Ajnštajnovu jednačinu za fotoefekat
- primjere primjene fotoefekta
- Tomsonov model atoma
- planetarni model atoma i njegove nedostatke
- Borove postulate.

Učenik/učenica umije da:

- objasni proces fotoefekta, Raderfordov eksperiment, objasni spektar i energetska strukturu atoma vodonika (na osnovu Borovih postulata)
- da primijeni Ajnštajnovu jednačinu za fotoefekat

- primijeni znanja iz teme „Kvanti i atomi“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

Tema 15. Jezgro atoma

Učenik/učenica zna:

- osnove protonsko-neutronskega modela jezgra
- kako poluprečnik jezgra zavisi od masenoga broja
- što su nuklearne sile, period poluraspada, nuklearna reakcija, energija veze i defekt mase, specifična energija veze
- zakon radioaktivnoga raspada
- vezu mase i energije
- osnovne pojmove dozimetrije.

Učenik/učenica umije da:

- objasni α , β i γ raspad
- objasni pri kojim nuklearnim reakcijama dolazi do oslobađanja energije, a koje se odvijaju uz ulaganje energije
- objasni reakciju sinteze i dijeljenja jezgara
- objasni primjenu radioaktivnih izotopa u industriji, medicini i agronomiji
- primijeni znanja iz teme „Jezgro atoma“ pri rješavanju jednostavnih kvalitativnih, računskih i eksperimentalnih zadataka.

7. Provjeravanje i ocjenjivanje

Znanja iz fizike provjeravaju se, vrednuju i ocjenjuju na različite načine: usmenim i pismenim (testovi, pismeni zadaci) provjeravanjem i ocjenjivanjem te provjeravanjem i ocjenjivanjem eksperimentalnih radova, rada u projektima, pripremi i predstavljanjem referata u javnosti.

Pri kraju svake teme korišćenjem testa provjerava se znanje učenika/učenica. U svakome polugodištu radi se po jedan (jednočasovni) pismeni zadatak.

Nastavnik/nastavnica prilikom provjeravanja, vrednovanja i ocjenjivanja polazi od standarda i operativnih ciljeva zadatih predmetnim programom. Provjeravanje i ocjenjivanje znanja odvija se u skladu s pravilnikom koji uređuje provjeravanje i ocjenjivanje znanja u gimnaziji.

8. Resursi za realizaciju

Za izvođenje nastave fizike škola treba da ima specijalizovani kabinet s odgovarajućom opremom 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 izbornoga predmeta, kao i literaturu vezanu za polaganje maturalnoga ispita iz fizike i takmičenja iz fizike.

9. Kadrovski uslovi

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

Literatura

1. Antić M., Đorđević D. B., Hedrih K. R.: **Prirodne nauke danas (filozofsko-sociološki i metodološki problemi)**, Univerzitet u Nišu, Niš (1991)
2. Arabadžić V. I.: **Zvuk u prirodi**, Klub NT, Beograd (1999)
3. Backović S.: **Fizička mehanika**, Zavod za izdavanje udžbenika i nastavnih sredstava, Podgorica (1999)
4. Bom D.: **Uzročnost i slučajnost u savremenoj fizici**, Nolit, Beograd (1972)

5. Bohr N.: **Atomska fizika i ljudsko znanje**, Nolit, Beograd (1985)
6. Bureau International des Poids et Mesures, France www.bipm.fr
7. Cindro N., Colić P.: **Fizika (1. i 2. dio)**, Školska knjiga, Zagreb (1987)
8. Cvahte M., Planinšič G., Božič S., Toman I., Belina R., Babič V., Forjan M., Gabrovec P., Jevšenak P., Mohorič A., Pirc M., Stiplovšek M., Šlajpah P., Tratnik M., **Posodobitve pouka v gimnazijski praksi – FIZIKA (mehanika, toplota, nihanje)**, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana (2010)
9. Čajkovski D., Čajkovski T., Vrcelj A.: **Praktikum iz fizike za 1. i 2. razred** srednjeg usmjerenog obrazovanja, Svjetlost, Sarajevo (1989)
10. Čaluković N., Miranović P.: **Fizika – udžbenik za 1. razred gimnazije**, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica (2006)
11. Čaluković N., Miranović P.: **Fizika – zbirka zadataka za 1. razred gimnazije**, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica (2006)
12. Čaluković N., Miranović P.: **Fizika – udžbenik za 2. razred gimnazije**, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica (2007)
13. Čaluković N., Miranović P.: **Fizika – zbirka zadataka za 2. razred gimnazije**, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica (2007)
14. Čaluković N., Kadelburg N., Šćepanović M.: **Fizika – udžbenik za 3. razred gimnazije**, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica (2008)
15. Čaluković N., Kadelburg N., Šćepanović M.: **Fizika – zbirka zadataka za 3. razred gimnazije**, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica (2008)
16. **E-škola** ♦ **FIZIKA „može i kod kuće“** (kućni eksperiment) http://eskola.hfd.hr/kucni_eks/ke.htm
17. Fejnman R.: **Karakter fizičkog zakona**, Klub NT, Beograd (1999)
18. Gordon T.: **Kako biti uspješan nastavnik**, Kreativni centar, Beograd (1998)
19. Hoking S.: **Kratka povest vremena**, Polaris, Beograd (1988)
20. Hribar M., Kocjančić S., Likar A., Oblak S., Pajk B., Petruna V., Razpet N., Roblek B., Tomažič F., Trampuš M.: **Fizika za 1. in 2. letnik srednjih šol**, Modrijan, Ljubljana (2002)
21. Hribar M., Kocjančić S., Likar A., Oblak S., Pajk B., Petruna V., Razpet N., Roblek B., Tomažič F., Trampuš M.: **Fizika za 3. in 4. letnik srednjih šol**, Modrijan, Ljubljana (2002)
22. Đorđević M., Džananović R., Tahirović H.: **Fizika za 1. razred** srednjeg usmjerenog obrazovanja, Svjetlost, Sarajevo (1987)
23. Đorđević M., Misita R., Tahirović H.: **Fizika za 2. razred** srednjeg usmjerenog obrazovanja, Svjetlost, Sarajevo (1987)
24. 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)
25. Ivanov G.: **Formula stvaralaštva (Kako postati pronalazač)**, Kreativni centar, Просвещение, Москва (1999)
26. Ivanović D. M.: **Istorijsko-filozofska pitanja fizike**, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd (1985)
27. Janjić J., Bikit I., Cindro N.: **Opšti kurs fizike (I i II)**, Naučna knjiga, Beograd (1987)
28. Kittel C., Knight W. D., Ruderman M. A.: **Mehanika**, udžbenik fizike Sveučilišta u Berkeleyu (svezak 1), Tehnička knjiga, Zagreb (1982)
29. Kladnik R.: **Gibanje, sila, snov**, fizika za srednjoškolce (1), DZS, Ljubljana (1996)
30. Kladnik R.: **Energija, toplota, zvok, svetloba**, fizika za srednjoškolce (2), DZS, Ljubljana (1997)
31. Kladnik R.: **Svet elektronov in atomov**, fizika za srednjoškolce (3), DZS, Ljubljana (1997)
32. Kladnik R.: **Pot k maturi iz fizike**, fizika za srednjoškolce (+1), DZS, Ljubljana (1996)
33. Krsnik R.: **Fizika 1-4**, Školska knjiga, Zagreb (1994-2000).
34. Kuntarić A.: **TV seminar (Demonstracioni pokusi) – Priručnik za nastavnike**, Školska knjiga, Zagreb (1975)
35. Kurepa M., Purić J.: **Osnovi fizike (I i II)**, Naučna knjiga, Beograd (1994)
36. Lajoš R., Backović S., Marinković N.: **Fizika tehničkog eksperimenta za III razred** srednjeg obrazovanja i vaspitanja, Naučna knjiga, Beograd (1979)
37. Lindner H.: **Das Bild der modernen Physik**, Urania-Verlag, Leipzig, Jena, Berlin (1973)
38. Малафеев Р. И.: **Проблемное обучение физике в средней школе**, Просвещение, Москва (1993)

39. Министерство образования Российской Федерации: **Программы для общеобразовательных учреждений – Физика, Астрономия**, ООО Дрофа, Москва (2007)
40. Mladenović M., Jakšić M.: **Istorija klasične fizike** za učenike srednjih škola, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, Zavod za udžbenike, Novi Sad (2001)
41. National agency for education, **Compulsory school (Syllabuses)**, Stockholm (2000)
42. Ognjanović R., Mirković J., **Odabrana poglavlja fizike – udžbenik za 3. ili 4. razred gimnazije**, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica (2012)
43. Paar V., Šips V.: **Gibanje i energija**, udžbenik fizike za 1. razred, Školska knjiga, Zagreb (1986)
44. Paar V.: **Što se zbiva u atomskoj jezgri**, Školska knjiga, Zagreb (1980)
45. Petrović T.: **Nastavna sredstva fizike (1. i 2. dio)**, Fizički fakultet, Beograd (1996)
46. Petrović T.: **Problemsko-razvojna nastava fizike**, Prosveta, Beograd (1988)
47. Petrović T.: **Didaktika fizike (Teorija nastave fizike)**, Fizički fakultet, Beograd (1994)
48. **PHYSICS CLASSROOM** – online udžbenik
49. <http://www.physicsclassroom.com/Default2.html> <http://www.physicsclassroom.com/Class/1DKin/1DKinTOC.html>
50. **PSSC – Fizika (1. Svemir; 2. Optika i valovi; 3. Mehanika; 4. Elektricitet i atomska struktura)**, Savremena škola, Beograd (1963)
51. Purcell E. M.: **Elektricitet i magnetizam**, udžbenik fizike Sveučilišta u Berkeleyu (svezak 2), Tehnička knjiga, Zagreb (1988)
52. Разумовский В. Г.: **Физика в средней школе США**, Педагогика, Москва (1973)
53. Raspopović M.: **Metodika nastave fizike**, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd (1992)
54. Resnick R., Halliday D., Krane K. S.: **Physics**, John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto (2002)
55. Sliško J., Traparić O.: **Fizika za 1. razred** srednjeg usmjerenog obrazovanja, Svjetlost, Sarajevo (1990)
56. Sliško J., Traparić O.: **Fizika za 2. razred** srednjeg usmjerenog obrazovanja, Svjetlost, Sarajevo (1990)
57. Strnad J.: **Vozi me, avto v daljave (Fizika in avtomobil)**, Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, Ljubljana (1991)
58. Strokovni svet R Slovenije: **Fizika – Predmetni katalog – Učni načrt – Gimnazija**
<http://www.mszs.si/slo/solstvo/ss/programi/gimnazija/gimnazija/fizika.html>
59. Supek I.: **Povijest fizike**, Školska knjiga, Zagreb (1990)
60. Swartz C. E.: **Phenomenal Physics**, J. Wiley & Sons Inc., Toronto, New York (1981).
61. Шилов В. Ф.: **Физический эксперимент**, Просвещение, Москва (2000)
62. The Nobel Prize in Physics – Laureates www.nobel.se/physics/laureates/index.html
63. Traparić O., Тетерин Ю. А., Vukčević L.: **Zbirka zadataka iz fizike (prva i druga knjiga)**, Spika, Trebinje, PMF, Podgorica (2003)
64. Vukčević L., Burzan D.: **Laboratorijske vježbe iz fizike** za III i IV razred usmjerenog srednjeg obrazovanja, Republički zavod za unapređivanje školstva, Titograd (1981)