

Врз основа на член 55 став 1 од Закон за организација и работа на органите на државната управа („Службен весник на Република Македонија“ бр. 58/00, 44/02, 82/08, 167/10, 51/11 и „Службен весник на Република Северна Македонија“ бр. 96/2019 и 110/2019) и член 22 став 1 од Закон за средното образование („Службен весник на Република Македонија“ бр. 44/95, 24/96, 34/96, 35/97, 82/99, 29/02, 40/03, 42/03, 67/04, 55/05, 113/05, 35/06, 30/07, 49/07, 81/08, 92/08, 33/10, 116/10, 156/10, 18/11, 42/11, 51/11, 6/12, 100/12, 24/13, 41/14, 116/14, 135/14, 10/15, 98/15, 145/15, 30/16, 127/16, 67/17, 64/18 и „Службен весник на Република Северна Македонија“ бр. 229/20) и член 3 од Закон за математичко-информатичка гимназија („Службен весник на Република Македонија“ бр. 64/18) министерот за образование и наука ја донесе Наставната програма по **физика** за IV (четврта) година математичко-информатичка гимназија.

МИНИСТЕРСТВО ЗА ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА
БИРО ЗА РАЗВОЈ НА ОБРАЗОВАНИЕТО

Наставна програма

ФИЗИКА

за IV година

Математичко-информатичка гимназија

Скопје, 2023 година

Назив на наставната програма	Физика
Тип на наставна програма	Задолжителна
Кредитна вредност на наставната програма	3 (три) ЕЦВЕТ ¹ кредити
Ниво на квалификација	IV (четврто) ниво
Година на изучување	IV (четврта)
Број на часови неделно/годишно за реализација на наставната програма	2/66
Цели на наставна програма	<p>Наставната програма е организирана во различни модуларни единици, а учењето во сите модуларни единици треба да е поткрепено со научно истражување. Наставната програма им овозможува на учениците:</p> <ul style="list-style-type: none"> - да го зголемат нивното знаење во технолошката сфера; - да добијат интерес за научни прашања; - да ги воочат придибивките од научниот метод и како тој да се примени во други дисциплини и секојдневниот живот; - да развијат соодветни ставови, како што се внимавање на прецизноста и точноста, објективност, интегритет, истражување, иницијатива и инвентивност; - да развијат интерес и да се грижат за природната средина; - подобро да ги разберат влијанието и ограничувањата кои научното истражување ги има поради општеството, економијата, технологијата, етиката, заедницата и природната средина;

¹Закон за Националната рамка на квалификации.

	<ul style="list-style-type: none"> - да развијат свесност за научните вештини кои се потребни во понатамошното учење и секојдневниот живот; - да постигнат меѓународно споредливи стандарди за знаењата од темите во физиката: Специјална теорија на релативност; Атомска физика; Нуклеарна физика и Физика на елементарни честички и космологија. <p>Наставната програма има за цел да развие ученици кои се самоуверени, одговорни, иновативни и активни.</p>
<p>Теми/подрачја/модуларни единици на наставната програма</p>	<ul style="list-style-type: none"> • СПЕЦИЈАЛНА ТЕОРИЈА НА РЕЛАТИВНОСТ • АТОМСКА ФИЗИКА • НУКЛЕАРНА ФИЗИКА • ФИЗИКА НА ЕЛЕМЕНТАРНИ ЧЕСТИЧКИ И КОСМОЛОГИЈА
<p>Материјално-технички и просторни услови</p>	<p>За постигнување на резултатите од учење и успешно реализирање на предвидените активности на учениците треба да бидат достапни следните просторни услови: кабинет по физика според соодветни стандарди, наставни средства и помагала, информатичко комуникациски технологии (ИКТ), соодветен софтвер, ЛЦД проектор, слики, цртежи, проспекти, модели, мерни инструменти, учебници, прирачници, упатства и сл.</p> <p>За постигнување на целите на наставата по <i>физика</i> неопходно е стручно осмислена и планирана примена на различни наставни средства.</p> <p>На наставниците им се препорачува примена на методот на превртена училница. Достапноста до виртуелни експерименти на интернет им овозможува на учениците да поседуваат домашна истражувачка лабораторија. Оваа можност наставниците треба да ја искористат за да им даваат експериментални истражувачки активности на учениците за дома, со кои ќе ги стават во улога на активни истражувачи, кои решаваат проблеми.</p>
<p>Норматив на наставен кадар</p>	<p>Наставната програма за IV година може да ја реализира:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наставник со завршени студии по физика/наставна или друга насока, VII/1 или VIA според МРК и 240 ЕКТС; <p>Стручно лице кое исполнува најмалку еден од следните услови:</p> <ul style="list-style-type: none"> - да бил ментор на ученик кој бил награден на престижен меѓународен натпревар од соодветната област; - да е запишан на докторски студии соодветната област; - да има стекнато научен степен на доктор на науки на соодветната област.

СПЕЦИЈАЛНА ТЕОРИЈА НА РЕЛАТИВНОСТ (10 часа)

Ред. број	Резултати од учење	Содржини и поими	Активности и методи	Стандарди за оценување
1	<p>Ученикот/ученичката ќе биде способен/а да:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прави разлика меѓу класичната механика и релативистичката механика. 	<p>Содржини:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Принцип на релативност во класична механика, Галилееви трансформации. • Експеримент на Мајкелсон. • Ајнштајнови принципи и Лоренцови трансформации. • Релативност на временски интервали и должини. • Ајнштајнов закон за собирање на брзини. • Доплеров ефект за електромагнетни бранови. • Втор Њутнов закон, релативистички импулс и релативистичка маса. • Ајнштајнова релација за врската помеѓу масата и енергијата. 	<p>Активности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Преку дискусија наставникот и учениците ги повторуваат дел од основните категории во кинематиката: поместување, пат, брзина и забрзување, како и поимите за референтна точка и систем. Наставникот ги потсетува учениците за поделбата на инерцијални и неинерцијални референтни системи. Наставникот го воведува поимот за инваријантност на времето и инваријантност на физичките закони во различните инерцијални системи. Преку пример на движење на тело разгледувано во два инерцијални системи од кои едниот мирува, а другиот се движи со константна брзина, наставникот ги води учениците да ги изведат 	<p>Ученикот/ученичката може да:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1: ги искажува основите на Специјалната теорија на релативност; 1.2: го илустрира и објаснува експериментот на Мајкелсон 1.3: ги објаснува и изведува Галилеевите трансформации, Лоренцовите трансформации, релативност на временските интервали и должини, Доплеров ефект, врската помеѓу масата и енергијата, релативистичката работа и енергија; 1.4: ги применува во нумерички задачи Галилеевите трансформации, Лоренцовите трансформации, релативност на временските интервали и должини, Доплеров ефект, врската помеѓу масата и

		<p>Поими : релативност, Галилееви трансформации, етер, Ајнштајнови постулати, Лоренцови трансформации, собирање на брзини, релативност на должини и временски интервали, Доплеров ефект, црвено поместување, релативистичка маса, релативистичка енергија, еквивалентност на маса и енергија.</p>	<p>Галилеевите трансформации за премин од еден во друг систем. Наставникот заедно со учениците со користење на Галилеевите трансформации го изведува законот за собирање на брзините. Наставникот ја објаснува идејата за Галилеевите трансформации, потребата за нивно воведување во актуелните историски и научни услови и дискутираат за последиците од нив.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Во недостаток на апаратура за експериментирање, учениците гледаат видео за Мајкелсоновиот експеримент, ги дискутираат појавата и резултатите: https://www.youtube.com/watch?v=lzBKlY4f1XA https://www.youtube.com/watch?v=k6gd3bQLiFc • Наставникот предлага мисловен експеримент во кој со користење на законот за собирање на брзините од учениците се бара да ја пресметаат брзината на светлинскиот зрак кој се движи во насока на движење на инерцијалниот систем и во 	<p>енергијата, релативистичката работа и енергија.</p>
--	--	--	--	--

			<p>спротивна насока. Резултатите добиени од ваквиот експеримент се споредуваат со резултатите добиени од Мајкелсоновиот експеримент при што наставникот ги објаснува последиците кои произлегуваат од овој експеримент и неможноста за примена на Галилеевите трансформации.</p> <ul style="list-style-type: none">• Наставникот на учениците им ги објаснува двата постулати врз кои се темели Специјалната теорија на релативност, кои овозможуваат објаснувања на резултатите од Мајкелсоновиот експеримент.• Наставникот заедно со учениците повторно го разгледуваат мисловниот експеримент опишан погоре. Со примена на двата постулати наставникот ги изведува Лоренцовите трансформации.• Наставникот ги објаснува последиците од Лоренцовите трансформации посебно задржувајќи се на релативноста на едновременост на настаните, должина на временските интервали и релативноста на должините.• Преку аналогија со изведувањето	
--	--	--	---	--

на законот за собирање на брзините во класичната механика, наставникот заедно со учениците го изведуваат законот за собирање на брзините во релативистичката механика. Учениците се охрабруваат да ги објаснат резултатите од Мајкелсоновиот експеримент користејќи ги изведените закони за собирање на брзините.

- Преку аналогија со Доплеровиот ефект кај механичките бранови наставникот го воведува Доплеровиот ефект кај електромагнетните бранови. Учениците ја истражуваат можноста за примена на овој ефект во астрофизиката.

- Наставникот преку аналогија го воведува Вториот Њутнов закон во специјалната теорија на релативноста како и поимот за релативистичка маса и импулс.

- Преку аналогија наставникот ја воведува Ајнштајновата врска помеѓу масата и енергијата за релативистичка честичка.

			Методи: дискусија, демонстрација, учење преку откривање, решавање проблеми, мерење, илустрација.	
--	--	--	---	--

АТОМСКА ФИЗИКА (26 часа)				
Ред. број	Резултати од учење	Содржини и поими	Активности и методи	Стандарди за оценување
1	<p>Ученикот/ученичката ќе биде способен/а да:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ги објаснува и аргументира научно законите за зрачење на апсолутно црно тело и корпускуларната (квантна) природа на светлината. 	<p>Содржини:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Топлинско зрачење, Кирхофов закон за топлинско зрачење. • Закони за зрачење на апсолутно црно тело. • Фотоелектричен ефект • Примена на фотоелектричниот ефект • Маса и импулс на фотони, светлински притисок. • Комптонов ефект. <p>Поими : топлинско зрачење, топлинска рамнотежа, Кирхофов закон за топлинска рамнотежа, спектрална и интегрална емисиона способност спектрална и</p>	<p>Активности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Наставникот преку дискусија со учениците го воведува поимот за топлинско зрачење, поимот за топлинска рамнотежа и Кирхофовиот закон за топлинско зрачење. Учениците преку демонстрационен експеримент се запознаваат со апсорбционите и емисионите способности на различните материјали. Тие мерат време на ладење на топла вода во еднакви садови со надворешни површини кои се разликуваат по боја, рапавост и полираност. • Наставникот го воведува поимот за Апсолутно црно тело , ги запознава учениците со спектралната емисиона способност 	<p>Ученикот/ученичката може да:</p> <p>1.1: ги искажува дефинициите и формулите што важат при топлинско зрачење, фотоефект и Комптонов ефект;</p> <p>1.2: ги објаснува појавите топлинско зрачење, фотоефект , негова примена и Комптоновиот ефект;</p> <p>1.3: изведува релации за маса, импулс на фотони и светлински притисок;</p> <p>1.4: решава посложени нумерички задачи.</p>

		<p>интегрална апсорбциона способност, апсолутно црно тело, фотон, квант енергија, фотоелектричен ефект, маса и импулс на фотони, светлински притисок, комптонова бранова должина, комптоново расејување</p>	<p>на АЦТ. Наставникот ги запознава учениците со Рејли-Џинсовата и Виновата формула за зарачење на АЦТ и ги објаснува недостатоците на овие формули. Наставникот го воведува поимот за квант на енергија и ја дава Планковата формула која ја објаснува интегралната емисиона способност на АЦТ. Наставникот ги објаснува Штефан-Болцмановиот и Виновиот закон за поместување.</p> <ul style="list-style-type: none">• Учениците го анализираат зрачењето на АЦТ со помош на PhET симулација: https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_en.html <p>Дискутираат за резултатите и последиците од промената на различни физички величини.</p> <ul style="list-style-type: none">• Преку демонстрационен експеримент на разелектризирање на негативно наелектризиран електроскоп осветлен со светлина од живина лампа наставникот ги запознава учениците со фотоелектричниот ефект и	
--	--	---	--	--

			<p>појавата на фотојонизација. Наставникот ја дава Ајнштајновата релација за објаснување на фотоелектричниот ефект и ги запознава учениците со сознанијата добиени од експерименталното испитување на фотоефектот.</p> <ul style="list-style-type: none">• Учениците со помош на наставникот ја откриваат и разгледуваат примената на фотоелектричниот ефект кај електричните уреди. Наставникот го објаснува внатрешниот фотоефект како и принципот на работа на фотоотпорниците.• Со примена на врската помеѓу масата и енергијата на релативистика честичка учениците се охрабруваат да ја изведат релацијата за маса и импулс на фотон. Импулсот на фотонот се демонстрира со помош на Круксов радиометар.• Наставникот ја објаснува појавата на Комптоново расејување и ја изведува промената на брановата должина од аголот на расејување. Од учениците се бара да ги изведат	
--	--	--	---	--

			<p>зависностите на енергијата на расеаниот фотон од почетната енергија на фотонот, зависноста на кинетичката енергија на електронот од енергијата на упадниот фотон, врската помеѓу аголот на расејување на електронот и фотонот.</p> <p>Методи: дискусија, демонстрација, учење преку откривање, решавање проблеми, илустрација.</p>	
2	- ги синтетизира физичките појавите кои ја потврдуваат дуалната природа на светлината и супстанцијата.	<p>Содржини:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Корпускуларно бранова природа на честичките. • Де Брољиеви бранови и поим за квантна механика. • Шредингерова равенка. • Хајзенбергов принцип на неопределеност. <p>Поими : Де Брољиеви бранови, Шредингерова равенка, Хајзенбергов принци на неопределеност.</p>	<p>Активности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Користејќи ја врската помеѓу енергијата и импулсот на релативистичка честичка како и изразот за енергија на фотон, учениците се поттикнуваат да ја изведат врската помеѓу импулсот и брановата должина на честичките. Наставникот ги објаснува експериментите кои ја потврдуваат ваквата теорија. Се развива дискусија за значењето на оваа врска, учениците со помош на наставникот даваат толкување. • Наставникот ги објаснува Де Брољиевите бранови како и врската 	<p>2.1: ги нагласува физичките појавите кои ја потврдуваат дуалната природа на светлината и супстанцијата;</p> <p>2.2: го опишува квантно механичкиот модел на атомот;</p> <p>2.3: ги анализира дуалната природа на честичките, Хајзенберговиот принцип на релативноста и ја толкува Шредингеровата равенка;</p> <p>2.4: решава нумерички задачи.</p>

			<p>помеѓу интензитетот на бранот и веројатноста за наоѓање на честичката.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Учениците се запознаваат со предметот на изучување на квантната механика и со општиот облик на Шредингеровата равенка и нејзината примена. • Се разгледува експериментот на дифракција на честички (електрони, фотони), низ пукнатина и добиениот резултат се објаснува преку брановите/ корпускуларните својства на честичките/брановите, при што наставникот го изведува принципот на неопределеност на Хајзенберг. <p>Методи: дискусија, демонстрација, учење преку откривање, решавање проблеми.</p>	
3	- ги анализира моделите на атомот и нивниот развој.	<p>Содржини:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Први модели на атом. Спектар на водороден атом. • Боров модел на атом за водородослични атоми. • Франк – Херцов експеримент. • Квантно механички модел на 	<p>Активности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Учениците истражуваат и хронолошки ги презентираат моделите за атомот кои се појавиле кон крајот на XIX и почетокот на XX век, дискутирајќи ги нивните позитивните страни и недостатоци. 	<p>3.1: ја објаснува структурата на атомот и неговите основни карактеристики;</p> <p>3.2: ги анализира моделите на атомот и нивниот развој;</p> <p>3.3: одредува електронска конфигурација кај</p>

		<p>атомот.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Квантни броеви. • Спин на електронот. <p>Поими : модели на атомот, спектар на водороден атом, спектрални линии, водородослични атоми, постулати на Бор, енергетски термови, електронски премини, Експеримент на Франк и Херц, квантномеханички модел на атомот, квантни броеви, главен квантен број, орбитален квантен број, спински квантен број, спин на електронот, принцип на Паули.</p>	<p>Учениците преку набљудување на спектрални линии на водородна лампа се запознаваат со спектарот на водородниот атом.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Наставникот ги објаснува трите Борови постулати и од учениците бара да ги изведат равенките за радиус, брзина и енергија на електрон кој се движи по одредена орбита околу јадрото на водородно сличен атом. Учениците со помош на наставникот одредуваат израз со кој се пресметуваат брановите должини на емитираните/апсорбираните фотони. • Учениците истражуваат за Франк – Херцовиот експеримент: demonstrations.wofram.com/FrankHertzExperiment и видео експеримент: youtube.com/watch?v=zAV3xlZRTfw и преку меѓусебна дискусија ги објаснуваат резултатите од истиот. Од учениците се бара да утврдат дали овој експеримент дава потврда за постоењето на дискретни енергетски нивоа на 	<p>повеќеелектронски атоми; 3.4: решава нумерички задачи од модели на атоми.</p>
--	--	---	---	--

			<p>електроните.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Користејќи ги предзнаењата учениците истражуваат и дискутираат за квантно-механичкиот модел на атомот. • Наставникот и учениците дискутираат за значењето на главниот, орбиталниот и магнетниот квантен број. • Наставникот го изложува експериментот на Штерн и Герлах и ја објаснува потребата за воведување на четвртиот квантен број за објаснување на состојбата на електроните. Воведувајќи го принципот на Паули наставникот ги запознава учениците со распределбата на електроните кај повеќе електронски атоми. <p>Методи: дискусија, демонстрација, илустрација, учење преку откривање, решавање проблеми.</p>	
4	- ги објаснува елктромагнетните зрачења на атомот.	<p>Содржини:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Луминисценција. • Рентгенски зраци и нивна примена. • Спонтана и стимулирана 	<ul style="list-style-type: none"> • Наставникот дава дефиниција за процесот на луминисценција и се дискутираат формите во кои може да се појавува. • Учениците истражуваат за 	<p>4.1: ги искажува дефинициите за луминисценција, рентгенски зраци, спонтана и стимулирана емисија;</p> <p>4.2: дискутира за добивањето на</p>

		<p>емисија</p> <ul style="list-style-type: none"> Ласери и нивна примена. <p>Поими : луминисценција, континуирано и карактеристично рентгенско (x-зрачење), закон на Мозли, спонтана емисија на зрачење, инверзна населеност, стимулирана емисија на зрачење, ласери.</p>	<p>рентгенските зраци и начинот на кој е дојдено до нивното откривање. Наставникот ја објаснува поделбата на континуирано рентгенско зрачење и карактеристично рентгенско зрачење. Учениците се запознаваат со формулата со која може да се пресметаат брановите должини на карактеристичното рентгенско зрачење за различни елементи (закон на Мозли). Учениците дискутираат за примената на рентгенските зраци.</p> <ul style="list-style-type: none"> Наставникот ги запознава учениците со појавите на спонтана и стимулирана емисија. Учениците ја истражуваат примената на стимулираната емисија на зрачење, принципот на работа на ласерите и својствата на ласерската светлина. 	<p>рентгенските зраци, карактеристичните рентгенски зраци, нивните карактеристики и примената на инверзната населеност на атомот по енергетски нивоа;</p> <p>4.3: ја објаснува појавата спонтана и стимулирана емисија; го опишува принципот на работа на ласерот;</p> <p>4.4: ги објаснува електромагнетните зрачења на атомот и решава нумерички задачи.</p>
--	--	---	---	--

НУКЛЕАРНА ФИЗИКА (20 часа)

Ред. број	Резултати од учење	Содржини и поими	Активности и методи	Стандарди за оценување
	<p>Ученикот/ученичката ќе биде способен/а да:</p> <ul style="list-style-type: none"> ги објаснува физичките 	<p>Содржини:</p> <ul style="list-style-type: none"> Структура и големина на атомско јадро. Јадрени сили. 	<p>Активности:</p> <ul style="list-style-type: none"> Учениците дискутираат за составните делови на атомското 	<p>Ученикот/ученичката може да:</p> <p>1.1: ја објаснува структурата на јадрото, неговите основни</p>

1	<p>карактеристики на атомското јадро.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Енергија на сврзување на атомско јадро. • Модел на течна капка. <p>Поими : јадро, атомски/реден број, избари, изотопи, изотони, јака нуклеарна сила, дефект на маса, енергија на сврзување, специфична енергија на сврзување, модел на течна капка.</p>	<p>јадро, се дефинираат атомскиот (редниот), масениот број и електричниот полнеж на јадрото. Наставникот ја воведува единицата за унифицирана маса и дава дефиниција за избари, изотопи и изотони. Наставникот бара од учениците да ги објаснат основните сили кои владеат во јадрото имајќи предвид силите кои ги изучувале во досегашното образование и ги поттикнува учениците да се обидат да ја објаснат стабилноста на јадрото во кое има позитивно наелектризирани полнежи поставени на мало растојание. Наставникот го воведува поимот за јака нуклеарна сила.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Наставникот го воведува поимот на дефект на маса на јадрото, енергија на врзување на јадро и специфична енергија на врзување на јадро. Со учениците го разгледува графикот на зависност на специфичната енергија на сврзување од масениот број на јадрата и се дискутира стабилноста на јадрата како показател на внатрешната градба на јадрото. 	<p>карактеристики и моделот на течна капка; ги објаснува карактеристиките на јадрените сили и прави разлика меѓу јадрените сили и електростатските сили;</p> <p>1.2: ја појаснува врската помеѓу дефект на маса и енергија на сврзување на атомско јадро;</p> <p>1.3: го објаснува моделот на течна капка ;</p> <p>1.4: решава посложени нумерички задачи.</p>
---	---	---	---	--

			<p>Наставникот ги воведува и поимите за енергија на одвојување на неутрон и енергијата на одвојување на протон од јадрото.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Преку аналогија се воведува моделот на течна капка за атомското јадро, и ги објаснува дополнувањата на овој модел кои произлегуваат од експерименталните податоци за стабилноста на атомските јадра. Наставникот поттикнува дискусија за недостатоците на овој модел. <p>Методи: дискусија, демонстрација, илустрација, учење преку откривање, решавање проблеми.</p>	
2	- ги толкува причините и законите за радиоактивен распад.	<p>Содржини:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Стабилност на јадрата и радиоактивност (алфа, бета, гама). • Закон за прост радиоактивен распад. • Датирање со помош на радиоактивни изотопи и природна радиоактивност. • Закон за сложен радиоактивен распад. Радиоактивни 	<p>Активности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Учениците изведуваат истражување за откривањето на радиоактивноста. Наставникот го воведува поимот природна радиоактивност и природата и својствата на јонизирачкото зрачење кое потекнува од процесите на распад на јадрата. Наставникот ги објаснува трите вида распад, како и продуктите кои 	<p>2.1: ги споредува α, β и γ радиоактивно зрачење, искажува дефиниција и закон за прост радиоактивен распад; 2.2: ги толкува причините и законите за радиоактивен распад; 2.3: го анализира и применува закон за сложен радиоактивен распад и распадот на радиоактивни фамилии како и примената на радиоизотопите;</p>

		<p>фамилии.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Вештачко добивање на радиоактивни елементи.Позитрони. <p>Поими : стабилност на јадра, радиоактивни јадра, радиоизотопи, лафа, бета и гама распад, прост и сложен радиоактивен распад, активност на радиоизотоп, период на полураспаѓање, веројатност за распад, радиоактивни фамилии, вештачка радиоактивност, позитрони</p>	<p>се добиваат со секој од поделните распади. Преку аналогија со запишувањето на хемиските реакции учениците ги откриваат основните правила за запишувањето на нуклеарните реакции и ги дефинираат законот за запазување на електричниот полнеж и законот за запазување на барионскиот полнеж кај нуклеарните реакции.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Наставникот ја воведува веројатноста за распаѓање на јадрата и ја запишува диференцијалната равенка за намалувањето на бројот на нераспаднати јадра со текот на времето. Учениците се поттикнуваат да ја решат равенката со соодветни почетни услови. • Учениците експериментално го истражуваат законот за прост радиоактивен распад (модел на намалување на висината на пената на пенлив пијалок во чаша) и ја одредуваат веројатноста за распад и периодот на полураспад на пената. Пример за истражување може да се види на: 	<p>2.4: решава нумерички задачи.</p>
--	--	---	--	--------------------------------------

<https://www.youtube.com/watch?v=xHDxYaiUofI>

- Учениците го истражуваат присутвото на радиоизотопи во живите организми и во некои од минералите и дискутираат за датирање на предмети од органско потекло и минерали преку мерење на активностите на јаглерод – 14 во живите организми и мерење на содржините на аргон – 40 и калиум – 40 во некои минерали.
- Учениците дискутираат за распаѓањето на јадрата, ги истражуваат радиоактивните фамилии, учениците решаваат равенка со која се одредува брзината на намалување на радиоактивните јадра кај сложен распад. Оттука ги откриваат посебните случаи на различни периоди на полураспад на родителите и потомците на распадот и условите при кои настанува секуларна и вековна рамнотежа помеѓу елементите.
- Учениците ги истражуваат начините за добивање на

			<p>радиоизомери и можноста за нивна употреба. Наставникот ја запишува диференцијалната равенка, а учениците ја решаваат користејќи дадени почетни услови.</p> <p>Методи: дискусија, демонстрација, илустрација, учење преку откривање, решавање проблеми.</p>	
3	- дискутира за јадрените реакции, придобивки и недостатоци (штети).	<p>Содржини:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Јадрени реакции. Енергија на нуклеарни реакции. • Детекција на јонизирачки зрачења. • Акцелератори на честички. • Фисија. Јадрени реактори. • Јадрена фузија . • Дозиметриски величини и биолошко дејство на јонизирачкото зрачење. <p>Поими : јадрени реакции, ендотермни и егзотермни реакции, детектори на зрачење, Гајгер – Милеров бројач, линеарен акцелератор, циклотрон, фисија,</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Наставникот ги запознава учениците со поимот за нуклеарна реакција и поимите за канали на реакцијата. Имајќи го предвид наученото за енергијата на сврзување на нуклеоните како и законите за запазување на енергијата и импулсот учениците ги разгледаат различните нуклеарни реакции и истите ги класифицираат како ендотермни или егзотермни реакции. • Наставникот ги потсетува учениците на заемнодејството на јонизирачкото зрачење со материјата и ги дава основите на детекцијата на јонизирачките зрачења. Учениците детално се 	<p>3.1: ги искажува дефинициите и законите за енергија на нуклеарни реакции и дозиметриските величини; 3.2: дава коментари за детекција на јонизирачките зрачења и биолошкото дејство на јонизирачкото зрачење, ја објаснува појавата јадрена фисија и нејзината примена во јадрените (нуклеарните) реактори; ја опишува јадрената фузија и термојадрените реакции; 3.3: го објаснува принципот на работа на детекторите и акцелераторите и дискутира за предноста на добивање на</p>

		<p>фузија, дозиметриски величини, апсорбирана доза, керма, еквивалентна доза</p>	<p>запознаваат со Гајгер-Милеров бројач и во соработка со соодветни институции, изведуваат експерименти за одредување на коефициент на апсорпција на гама зрачење низ различни материјали.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Користејќи претходните знаења, учениците се запознаваат со начините на забрзување на честичките кај линеарниот акцелератор и циклотронот. • Наставникот го објаснува процесот на фисија и со учениците ги анализира начините на можна употреба на процесите на фисија во енергетиката, науката и индустријата. Учениците ги анализираат предностите за добивање електрична енергија со фисија и останатите конвенционални методи. • Наставникот го објаснува процесот на фузија, фузијата во внатрешноста на ѕвездите и можноста и потешкотиите за добивање на ладна фузија. Учениците прават анализа на предностите на добивање на енергија со фузија во однос на 	<p>енергија преку фузија; 3.4: дискутира за јадрените реакции и решава нумерички задачи.</p>
--	--	--	---	--

			<p>фисија.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Учениците истражуваат за биолошкото дејство на зрачењето • Наставникот ги воведува основните дозиметриски величини. <p>Методи: дискусија, демонстрација, илустрација, учење преку откривање, решавање проблеми.</p>	
--	--	--	--	--

ФИЗИКА НА ЕЛЕМЕНТАРНИ ЧЕСТИЧКИ И КОСМОЛОГИЈА (10 часа)				
Ред. број	Резултати од учење	Содржини и поими	Активности и методи	Стандарди за оценување
1	<p>Ученикот/ученичката ќе биде способен/а да:</p> <ul style="list-style-type: none"> - го објаснува космичкото зрачење и ги класифицира елементарните честички. 	<p>Содржини:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основни елементарни честички – историски преглед и откривање. • Основни заемнодејства во природата и честички преку кои се вршат истите. • Лептони и хадрони. • Кваркови и глуони. <p>Поими : мезони, потенцијал на Јукава, хадрони, лептони, кваркови, глуони.</p>	<p>Активности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Наставникот преку дискусија ги запознава учениците со релативноста на поимот елементарна честичка, а учениците прават историски преглед на откривањето на различните елементарни честички: електрон, протон, неутрон, позитрон. • Учениците се потсетуваат на основните типови сили кои владеат во природата и дискутираат за механизмите на заемнодејствување. Се запознаваат 	<p>Ученикот/ученичката може да:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1: ги набројува фундаменталните честички и нивните карактеристики; 1.2: ги класифицира елементарните честички според нивните карактеристични својства; 1.3: ги анализира, класифицира и карактеризира интеракциите помеѓу честичките ; 1.4: изработува и дизајнира дијаграм/табела за класификација на елементарните

			<p>со мезоните како честички преку кои се пренесува јакото нуклеарно заемнодејство, како и нивната поделба.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Наставникот ги запознава учениците со поделбата на честичките на лептони и бариони. • Наставникот преку дискусија ја објаснува сложената структура на хадроните и оттука ги дефинира кварковите и глюоните. <p>Методи: дискусија, демонстрација, илустрација, учење преку откривање, решавање проблеми.</p>	<p>честички.</p> <p>.</p>
2	- објаснува одредени појави во Вселената.	<p>Содржини:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Стандарден модел. • Големата експлозија и ширење на Вселената. • Темна материја и енергија и забрзување на ширење на Вселената. <p>Поими : Стандарден модел, Голема обединувачка теорија, Голема експлозија, ширење на Вселена, Хабловиот закон, критична густина,</p>	<p>Активности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Наставникот го дефинира стандардниот модел како теорија за објаснување на градбата на материјата и заемнодејствата. • Учениците прават истражување и ја презентираат теоријата за Големата експлозија како и за експерименталните и теориските докази кои ја потврдуваат теоријата за нејзиното ширење. • Наставникот го воведува поимот критична густина и теориските 	<p>2.1: ги набројува и поврзува основните заемнодејства;</p> <p>2.2: ја опишува класификацијата на галаксиите, основните физички карактеристики на галаксиите, темната материја и Хабловиот закон;</p> <p>2.3: ја анализира еволуцијата на ѕвездите, Големата експлозија и ширење на Вселената;</p> <p>2.4: го аргументира стандардниот модел и врската помеѓу елементарните честички,</p>

		темна материја и темна енергија	основи за воведувањето на темната енергија и темната материја. Методи: дискусија, демонстрација, илустрација, учење преку откривање, решавање проблеми.	Големата експлозија и Вселената.
--	--	---------------------------------	---	----------------------------------

Оценување на постигањата на учениците	<p>За да се оценат постигнувањата на ученикот неопходно е:</p> <ul style="list-style-type: none"> - да се согледа иницијалната состојба на ученикот (согледување на неговите претходни искуства, знаење и вештини); - да се разговара со ученикот за да се добијат сознанија за неговото логичко размислување, разбирањето на поими и законите, како и степенот на разбирање при нивната примена, оспособеноста за решавање задачи и проблеми, и практична примена на научно истражувачки активности; - континуирано следење на односот на ученикот кон работата, соработка со врсниците, покажаната иницијативност, љубопитност, самостојност, точност во искажувањето и истрајност во извршувањето на обврските; - континуирано утврдување и проверка на стекнатите знаења, способности и вештини во темите/модуларните единици согласно дадените стандарди за оценување. <p>Наставникот, според неговото согледување, може да го проверува знаењето со усни одговори на учениците, со писмени проверки, домашни задачи и друго.</p> <p>Оценувањето на постигањата на учениците ќе биде со бројна оценка (од 1 до 5). Во текот на учебната година постигањата на учениците се оценуваат најмалку со две оценки во текот на полугодieto, а се утврдуваат и полугодишни и годишни оценки.</p>
---------------------------------------	---

Литература и други извори	За реализација на наставната програма неопходен е учебник одобрен од министер за образование и наука, збирка задачи и други извори.
Почеток на имплементација на наставната програма	Учебна 2023/2024 година
Институција/ носител на програмата	Биро за развој на образованието (БРО)
Потпис и датум на донесување на наставната програма	бр. 13-6691/7 4.7.2023 година <p style="text-align: right;">МИНИСТЕР, Doc.Dr. Jeton Shaqiri</p> <hr/>
Датум на ревизија	