**ФИЗИКА**

**Циљ** учења Физике јесте да ученици упознају природне појаве и основне природне законе, да стекну научну писменост, да се оспособе за активно стицање знања о физичким појавама кроз истраживање, оформе основу научног метода и да се усмере према примени физичких закона у свакодневном животу и раду.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Кроз опште средњошколско учење физике очекује се да ученици повежу физичке законе и процесе са практичном применом и тако постигну научну писменост која ће им омогућити праћење и коришћење информација у области физике, исказаних језиком физике (физичким терминима, симболима, формулама и једначинама), дискусију и доношење одлука у вези с темама из области физике, значајним за појединца и друштво. На првом месту то се односи на безбедно руковање уређајима, алатима и комерцијалним производима и на бригу о животној средини. Поред тога, очекује се развијање истраживачког односа према окружењу кроз експериментални рад којим се упознаје научни метод, као и разумевање природе науке, научно-истраживачког рада и подржавање доприноса науке квалитету живота појединца и развоју друштва.

**Основни ниво**

Ученик објашњава појаве и процесе на основу познавања физичких величина и законитости, решава једноставне проблеме и рачунске задатке уочавајући узрочно-последичне везе, користећи експлицитно дате податке и мерења; користи појмове и објашњења физичких појава за разматрање и решавање питања везаних за развој науке и технологије, коришћења природних ресурса и очување животне средине; показује спремност да се ангажује и конструктивно доприноси решавању проблема са којима се суочава заједница којој припада.

**Средњи ниво**

Ученик објашњава и решава сложеније физичке проблеме, рачунске и експерименталне задатке издвајајући битне податке који се односе на дати проблем, успостављајући везе међу њима и користећи одговарајуће законе и математичке релације. Знање из физике користи при решавању и тумачењу проблема у другим областима науке, технологије и друштва. Уз помоћ упутства, ученик може да припрема, изводи и описује огледе, експерименте и једноставна научна истраживања.

**Напредни ниво**

Ученик поседује научна знања из физике која му омогућавају решавање сложених физичких проблема и рачунских задатака, извођење експеримената и доношење закључака на основу познатих модела и теорија. Има развијене истраживачке способности и може да предвиђа ток и исход физичких процеса и експеримената повезујући знања и објашњења. Користи научну аргументацију и критички анализира добијене резултате. Зна да се до решења проблема може доћи на више начина и бира најбоље у односу на задате услове.

СПЕЦИФИЧНЕ ПРЕДМЕТНЕ КОМПЕТЕНЦИЈЕ

Специфичне предметне компетенције обухватају: природно-научну писменост, која је основ за праћење развоја физике као науке, разумевање повезаности физике и савремене технологије и развоја друштва; способност прикупљања података кроз испитивање физичких својстава и процеса посматрањем и мерењем; планирање и описивање поступака; правилно и безбедно руковање уређајима и мерним прибором; представљање резултата мерења табеларно и графички и извођење закључака.

|  |  |
| --- | --- |
| Разред | **Четврти** |
| Недељни фонд часова | **4 часа** |
| Годишњи фонд часова | **132 часа** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СТАНДАРДИ** | **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА**  Кључни појмови садржаја програма |
| **2.ФИ.1.5.1.** Наводи својства фотона и микрочестица.  **2.ФИ.1.5.2.** Описује основне појаве у микросвету, емисију и апсорпцију фотона, радиоактивност, фисију и фузију, рендгенско зрачење.  **2.ФИ.1.5.3.** Описује основне моделе у атомској физици, Радефордов и Боров модел атома, модел језгра, модел молекула.  **2.ФИ.1.5.4.** Набраја својства рендгенског и ласерског зрачења, као и алфа, бета и гама зрачења.  **2.ФИ.1.5.5.** Препознаје опасност од електромагнетног и радиоактивног зрачења; зна основе дозиметрије; познаје примену изотопа, рендгенског и ласерског зрачења у медицини и осталим областима.  **2.ФИ.1.6.1.** Наводи Кеплерове законе и основне јединице за удаљеност у астрономији, зна Њутнов закон гравитације и да гравитационо дејство Сунца и Месеца изазива плиму и осеку.  **2.ФИ.1.6.3.** Разуме улогу телескопа или дурбина у астрономским посматрањима, зна да Земљина атмосфера утиче на положај и сјај небеских тела и да не пропушта штетна зрачења (гама, рендгенско, далеко ултраљубичасто) која долазе из васионе.  **2.ФИ.1.6.4.** Зна која тела чине Сунчев систем (Сунце, планете, астероиде, комете и метеоре) и њихове основне карактеристике; зна да је Сунце звезда, разуме просторне дистанце у Сунчевом систему, као и положај Сунчевог система у нашој галаксији Млечни пут и наше галаксије у васиони.  **2.ФИ.2.5.1.** Зна основе специјалне теорије релативности и појмове контракција дужине и дилатација времена.  **2.ФИ.2.5.2.** Разуме основна својства проводника, полупроводника и изолатора на основу зонске теорије кристала. Зна основна својства суперпроводника.  **2.ФИ.2.5.3.** Објашњава појаве: фотоефекат, радиоактивност, трансмутација елемената, фисија, фузија, емисија и апсорпција зрачења, енергија везе, стимулисано зрачење и ласерски ефекат.  **2.ФИ.2.5.4.** Објашњава основне моделе у атомској физици, Борове нивое енергије, изградњу периодног система, структуру језгра.  **2.ФИ.2.5.5.** Зна поделу и основне карактеристике елементарних честица (фермиони и бозони), као и интеракције међу њима.  **2.ФИ.2.5.6.** Познаје закон апсорпције зрачења при проласку кроз материјале.  **2.ФИ.2.6.5.** Разуме карактеристике мирног и активног Сунца и то примењује да објасни утицај Сунчеве активности на Земљу и живи свет; примењује знања о кретању Земље и Месеца на помрачења Сунца и Месеца; зна физичка и хемијска својства и могућност настањивости планета, њихових сателита, планета патуљака, астероида, комета и метеора; упознаје се са елементима Миланковићеве теорије ледених доба.  **2.ФИ.2.6.6.** Зна структуру и поделу галаксија према облику; зна да се васиона шири и примењује Хаблов закон за одређивање растојања до галаксија и старости васионе.  **2.ФИ.3.5.1.**Тумачи релативистички карактер времена, дужине и масе; разуме везу масе и енергије. Зна шта објашњава Општа теорија релативности.  **2.ФИ.3.5.2.** Анализира појаве: фотоефекат, Комптонов ефекат, радиоактивност, рендгенско зрачење, зрачење апсолутног црног тела, нуклеарне реакције, закон радиоактивног распада.  **2.ФИ.3.5.3.** Примењује Боров модел атома за објашњење спектра атома и изградњу Периодног система елемената и зонску теорију кристала за објашњење проводљивости метала и својстава полупроводника.  **2.ФИ.3.5.4.** Анализира Де Брољеву релацију, Хајзенбергове релације неодређености и дуалну природу материје.  **2.ФИ.3.5.5.** Користи решења Шредингерове једначине за објашњење квантних ефеката у микросвету.  **2.ФИ.3.6.1.** Примењује Кеплерове законе и анализира кретање планета, њихових сателита и двојних звезда и разуме гравитационо дејство Месеца и Сунца на водени омотач Земље. | * користи научни језик за описивање физичких појава; * формулише постулате специјалне теорије релативности и објашњава релативистичке ефекте; * повеже релативистички импулс и енергију са масом; * користи квантну природу електромагнетног зрачења за објашњење природе зрачења апсолутно црног тела и фотоефекта; * повеже таласна и корпускуларна својства честица (фотона, електрона) и наводи појаве које то потврђују; * интерпретира физички смисао Шредингерове једначине и својствених вредности енергије честице; * анализира спектар атома водоника користећи Борове постулате; * објасни структуру периодног система елемената помоћу квантних бројева; * повеже примену рендгенског зрачења са његовим својствима; * на основу зонске теорије кристала закључује о њиховој проводљивости; * уочи услове настанка и примену суперпроводљивости; * описује својства сопствених и примесних полупроводника и познаје њихову примену; * објасни основни принцип рада ласера, повезује карактеристике ласерског зрачења са његовом применом; * објасни модел и структуру језгра и својства нуклеарних сила; * анализира примену и препознаје опасности природног и вештачког радиоактивног зрачења; * објасни интеракцију радиоактивног зрачења са материјалима и мери интензитет зрачења; * се придржава мера заштите од радиоактивног зрачења; * објасни добијање и примену изотопа; * изврши класификацију елементарних честица и наведе основне карактеристике и значај експеримената у ЦЕРН-у; * увиди предности и недостатке коришћења различитих извора енергије и објасни проблеме коришћења нуклеарне енергије у контексту одрживог развоја; * објасни начин и узроке кретања небеских тела и последице гравитационих дејстава; * наведе основне методе одређивања даљина небеских тела и јединице за даљине у астрономији; * повеже врсте зрачења са типичним представницима небеских тела која их емитују; * објасни улогу астрономских инструмената у истраживању свемира; * наведе физичке карактеристике звезда и разуме механизам настајања и еволуције звезда; * анализира структуру Млечног пута и положај Сунчевог система у њему, као и положај наше галаксије у васиони; * објасни структуру Сунца и појаве на његовој површини као и последице које настају на Земљи; * наводи врсте небеских тела у Сунчевом систему и описује њихове физичке особине. | **РЕЛАТИВИСТИЧКА ФИЗИКА**  Појам и oсновни постулати специјалне теорије релативности. Лоренцове трансформације. Релативистички закон сабирања брзина.  Релативистички карактер времена и дужине. Гранични карактер брзине светлости.  Инваријантност интервала. Релативистички импулс и енергија. Везе између релативистичког импулса, кинетичке енергије, енергије мировања и укупне енергије.  Закон одржања енергије.  *Предлог за пројекат*  1.Симулација дилатације времена и контракције дужине у зависности од брзине (исцртавање одговарајућих графика).  2.ГПС-принцип рада  **КВАНТНА ПРИРОДА ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ЗРАЧЕЊА**  Топлотно зрачење. Закони зрачења апсолутно црног тела. Планкова хипотеза. Фотоелектрични ефекат. Ајнштајнова једначина фотоефекта.  Квантна природа светлости. Маса и имплус фотона.  *Демонстрациони оглед***:**  – Фотоефекат .  **ТАЛАСНА СВОЈСТВА ЧЕСТИЦА И ПОЈАМ О КВАНТНОЈ МЕХАНИЦИ**  Честично-таласни дуализам. Де Бројева хипотеза. Дифракција електрона. Хајзенбергове релације неодређености. Појам о Шредингеровој једначини. Таласне функције и сопствене енергије. Кретање слободне честице. Честица у потенцијалној јами. Квантни линеарни хармонијски осцилатор. Пролаз кроз потенцијалну баријеру.  *Предлог за пројекат*  3.Електронски микроскоп.  **КВАНТНА ТЕОРИЈА АТОМА**  Модели атома. Борови постулати.  Квантно-механичка теорија атома, квантни бројеви. Паулијев принцип.  Рендгенско зрачење.  *Лабораторијске вежбе*  1. Калибрација спектроскопа и идентификација водониковог спектра.  2. Одређивање Ридбергове константе (помоћу водоникове лампе и дифракционе решетке).  **ИНДУКОВАНО ЗРАЧЕЊЕ И ЛАСЕРИ**  Квантни прелази.  Принцип рада ласера. Примене ласера.  *Лабораторијска вежба*  3. Одређивање угаоне дивергенције ласерског снопа.  **ФИЗИКА ЧВРСТОГ СТАЊА**  Појам о теорији електронског гаса. Зонска теорија кристала. Суперпроводљивост. Полупроводници.  *Демонстрациони огледи:*  – Диоде, фотоћелије, транзистори.  *Лабораторијске вежбе*  4. Струјно-напонска карактеристика диоде.  5. Одређивање Планкове константе помоћу LED диоде.  **ФИЗИКА АТОМСКОГ ЈЕЗГРА И ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧЕСТИЦА**  Језгро атома. Дефект масе и енергија везе. Радиоактивност. Закон радиоактивног распада. Интеракција радиоактивног зрачења са супстанцијом. Детекција, примена и заштита од зрачења.  Фисија и фузија. Нуклеарна енергетика.  Појам и врсте елементарних честица.  *Демонстрациони оглед:*  – Детекција радиоактивног зрачења.  *Лабораторијскe вежбe*  6. Мерење фона.  7. Опадање интензитета гама зрачења са повећавањем дебљине апсорбера (препреке) од извора.  *Предлог за пројекат*  4. Космичко зрачење.  5. Акцелератори честица.CERN  **УВОД У АСТРОНОМИЈУ И ОСНОВНИ ПОЈМОВИ**  Предмет проучавања и специфичности астрономије. Интердисциплинарност. Оријентација на небу. Привидно кретање Сунца и последице. Kоординатни системи и време у астрономији.  **ГРАВИТАЦИОНА ДЕЈСТВА**  Хелиоцентрички систем. Кеплерови закони. Њутнов закон гравитације. Паралакса. Астрономске јединице за даљину.  *Предлог за пројекат*  6. Принцип рада астрономских уређаја заснован на одговарајућим физичким појавама.  **ЗВЕЗДЕ, ГАЛАКСИЈЕ И ЗРАЧЕЊЕ НЕБЕСКИХ ТЕЛА**  Физичке карактеристике и типови звезда. Н-R дијаграм. Еволуција звезда. Млечни пут. Врсте галаксија.  Спектар зрачења небеских тела  *Предлог за пројекат*  7. Принцип рада астрономских уређаја заснован на одговарајућим физичким појавама.  8. Хабл-Леметров закон. Космолошке хипотезе.  **СУНЦЕ И СУНЧЕВ СИСТЕМ**  Карактеристике мирног Сунца. Сунчева активност. Основне карактеристике Сунчевог система. |

**УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА**

Полазна опредељења при дефинисању исхода и конципирању програма Физике били су усвојени стандарди постигнућа ученика у општем средњем образовању, међупредметне компетенције и циљ учења Физике. Поред тога, она су утицала на избор програмских садржаја и метода логичког закључивања, демонстрационих огледа и лабораторијских вежби.

Програм наставе и учења у гимназији надовезује се структурно и садржајно на програм физике у основној школи и даје добру основу за праћење програма Физике у даљем школовању, првенствено на природно-научним и техничким факултетима, али и на свим осталим на којима физика као фундаментална наука има примену у струци (медицина, стоматологија, ветерина...).

Ученици гимназије треба да усвоје појмове и законе физике на основу којих ће разумети појаве у природи и имати целовиту слику о значају и месту физике у образовању и животу уопште. Стицањем знања и вештина ученици се оспособљавају за решавање практичних и теоријских проблема, развој критичког мишљења и логичког закључивања.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

При планирању наставног процеса наставник, на основу дефинисаног циља предмета и исхода и стандарда постигнућа, самостално планира број часова обраде, утврђивања, као и методе и облике рада са ученицима.

Улога наставника је да при планирању наставе води рачуна о саставу одељења и резултатима иницијалног теста, степену опремљености кабинета за Физику, степену опремљености школе (ИТ опрема, библиотека...), уџбенику и другим наставним материјалима које ће користити.

Полазећи од датих исхода и кључних појмова садржаја наставник најпре креира свој годишњи−глобални план рада из кога ће касније развијати своје оперативне планове. Исходи дефинисани по областима олакшавају наставнику даљу операционализацију исхода на ниво конкретне наставне јединице. Од њега се очекује да за сваку наставну јединицу, у фази планирања и писања припреме за час, у односу на одабрани исход, дефинише исходе специфичне за дату наставну јединицу. При планирању треба, такође, имати у виду да се исходи разликују, да се неки лакше и брже могу остварити, али је за већину исхода потребно више времена и више различитих активности. Препорука је да наставник планира и припрема наставу самостално, а у сарадњи са колегама обезбеди међупредметну корелацију.

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Садржаји четвртог разреда су подељени на једанаест тематских целина од којих свака садржи одређени број наставних јединица. Оријентациони број часова по темама и број часова предвиђених за израду лабораторијских вежби дат је у табели:

Оријентациони број часова по темама и број часова предвиђених за израду лабораторијских вежби дат је у табели:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Редни број теме | Наслов теме | Укупан број часова за наставну тему | |
|  |
| 1. | **Релативистичка физика** | 14 |
| 2. | **Квантна природа електромагнетног зрачења** | 18 |
| 3. | **Таласна својства честица и појам о квантној механици** | 12 |
| 4. | **Квантна теорија атома** | 20 |
| 5. | **Индуковано зрачење и ласери** | 11 |
| 6. | **Физика чврстог стања** | 19 |
| 7. | **Физика атомског језгра и елементарних честица** | 30 |
| 8. | **Увод у астрономију и основни појмови** | 2 |
| 9. | **Гравитациона дејства** | 2 |
| 10. | **Звезде, галаксије и зрачење небеских тела** | 2 |
| 11 | **Сунце и сунчев систем** | 2 |
| Укупно | | **132** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лабораторијске вежбе | | Број вежби | Број часова | |
| 7 | 14 | |
| Редни број вежбе | Назив лабораторијске вежбе | | | Број часова по вежби |
| 1 | Калибрација спектроскопа и идентификација водониковог спектра. | | | 2 |
| 2 | Одређивање Ридбергове константе (помоћу водоникове лампе и дифракционе решетке). | | | 2 |
| 3 | Струјно-напонска карактеристика диоде. | | | 2 |
| 4 | Одређивање Планкове константе (помоћу LED диоде). | | | 2 |
| 5 | Одређивање угаоне дивергенције ласерског снопа. | | | 2 |
| 6 | Мерење фона. | | | 2 |
| 7 | Опадање интензитета гама зрачења са повећавањем дебљине апсорбера (препреке) од извора. | | | 2 |

**Смернице за реализацију наставних тема**

У оквиру наставних тема које су у програму четвртог разреда, од сваког ученика се на крају средњошколског образовања очекује продубљено и проширено знање у односу на основношколски ниво. Већ познате појмове треба даље развијати и повезивати их са новим појмовима, физичким величинама и законитостима који се користе за објашњење физичких појава.

**1. Релативистичка физика**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Појам и основни постулати специјалне теорије релативности. Лоренцове трансформације. Релативистички закон сабирања брзина. Релативистички карактер времена и дужине. Гранични карактер брзине светлости. Инваријантност интервала. Релативистички импулс и енергија. Везе између релативистичког импулса, кинетичке енергије, енергије мировања и укупне енергије. Закон одржања енергије.

У оквиру наставне теме Релативистичка физика посебну пажњу посветити истицању разлика у односу на класичну механику, од особина простора и времена до закона одржања енергије. На примеру принципа рада ГПС уређаја (било као пример на стандардном часу било кроз дискусију током презентације пројекта) илустровати који закони релативистичке физике су морали да буду узети у обзир приликом израде уређаја. Поменути и неопходну корекцију ради усклађивања са Општом теоријом релативности (дужина временског интервала се мења у зависности од тога колико смо близу телу велике масе). Анализирати још примера у којима се јасно види допринос релативистичких закона (на пример, детекција краткоживућих честица које долећу са Сунца на Земљу). Продискутовати увек занимљив парадокс близанаца.

Избор задатака, како рачунских, тако и квалитативних није много велики али могу да буду илустрација практичне примене. Израда задатака би требало да допринесе бољем схватању теме и осећају колико се резултати мењају у поређењу са класичном физиком.

*Осмислити пројекат из области:*

1. ***Рачунарска симулација дилатације времена и контракције дужине у зависности од брзине*** (исцртавање одговарајућих графика).

2. ***ГПС*** (принцип рада, релативистички ефекти)

Препоручени број часова за обраду ове две теме са целим одељењем у гимназији је 14 часова. У току ових часова се могу приказати рачунарске симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама, као и један или два предложена пројекта. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђивању градива и изради.

**2. Квантна природа електромагнетног зрачења**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Топлотно зрачење. Закони зрачења апсолутно црног тела. Планкова хипотеза. Фотоелектрични ефекат. Ајнштајнова једначина фотоефекта. Квантна природа светлости. Маса и имплус фотона.

У оквиру наставне теме Квантна природа електромагнетног зрачења посебну пажњу посветити истицању значаја Планковог закона и закона зрачења црног тела за рађање квантне физике. Потом истаћи значај објашњења фотоефекта за потврду исправности квантног погледа на свет. Нагласити да су маса и импулс фотона релативистички ефекти.

Избор задатака, како рачунских, тако и квалитативних није много велики али могу да допринесу бољем разумевању појава које су довеле до стварања квантне механике. Уколико у школи нема стандардне опреме за извођење огледа са фотоефектом, могуће је урадити алтернативну верзију уз помоћ алуминијумске лименке, УВ лампе и електроскопа.

*Демонстрациони оглед* који може да се уради у оквиру ове теме је:

1. ***Фотоефекат***.

Препоручени број часова за обраду ове теме са целим одељењем у гимназији је 18 часова. У току ових часова се могу приказати рачунарске симулације, демонстрациони огледи и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђивању градива и изради.

**3. Таласна својства честица и појам о квантној механици**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Честично-таласни дуализам. Де Брољијева хипотеза. Дифракција електрона. Хајзенбергове релације неодређености. Појам о Шредингеровој једначини. Таласне функције и сопствене енергије. Кретање слободне честице. Честица у потенцијалној јами. Квантни линеарни хармонијски осцилатор. Пролаз кроз потенцијалну баријеру.

У оквиру наставне теме Таласна својства честица и појам о квантној механици посебну пажњу посветити таласно-честичном дуализму. Анализирати примере у којима честице испољавају таласна својства, посебно дифракцију електрона. Поменути и ефекте у којима фотони показују честична својства (притисак светлости). Указати на значај Хајзенбергових релација неодређености као једном од темеља квантне механике. Поменути Шредингерову једначину само у контексту да њеним решавањем добијамо енергије и таласне функције. Указати на разлику у кретању слободне честице и честице у потенцијалној јами. Упоредити са класичним случајем јаме и баријере. Квантни линеарни осцилатор је могуће само упоредити са класичним и истаћи разлике.

Избор задатака, како рачунских, тако и квалитативних није много велики али могу да допринесу бољем разумевању појава које су довеле до стварања квантне механике. На пример могуће је наћи релације неодређености за неки класичан проблем (на пример слободан пад тела) и на том примеру указати на суштинску разлику између квантног и класичног проблема.

*Осмислити пројекат из области:*

1. ***Електронски микроскоп*** (типови и принцип рада)

Препоручени број часова за обраду ове две теме са целим одељењем у гимназији је 12 часова. У току ових часова се могу приказати рачунарске симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђивању градива и изради.

**4. Квантна теорија атома**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Модели атома. Борови постулати. Квантно-механичка теорија атома, квантни бројеви. Паулијев принцип. Рендгенско зрачење.

У оквиру наставне теме Квантна теорија атома посветити пажњу еволуцији модела атома. Указати на погрешне концепте у првим моделима и истаћи значај Боровог модела. Истаћи значај познавања квантних бројева за читав низ проблема у физици. Нагласити значај примене рендгенског зрачења али указати и на опасности које са собом примена носи.

Избор задатака, како рачунских, тако и квалитативних није много велики али могу да допринесу бољем разумевању колико је квантна механика понудила моделе за потпуно разумевање појава на атомском нивоу. Може да буде од користи поређење са класичним проблемом, на пример поређење водониковог атома и кретања Месеца око Земље.

Практична знања се проверавају лабораторијским вежбама (*Калибрација спектроскопа и идентификација водониковог спектра* и *Одређивање Ридбергове константе (помоћу водоникове лампе и дифракционе решетке)*).

Препоручени број часова за обраду ове две теме са целим одељењем у гимназији је 20 часова. У току ових часова се могу приказати рачунарске симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђивању градива и изради.

**5. Индуковано зрачење и ласери**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Квантни прелази. Принцип рада ласера. Примене ласера.

У оквиру наставне теме Индуковано зрачење и ласери посебно објаснити прелазе између квантних нивоа у систему. Објаснити значај система са два нивоа, и феноменолошки појаснити шта је инверзна попуњеност, што би требало да расветли принцип рада ласера. Представити различите врсте ласера, неке опште карактеристике. Велики део теме може да буде примена ласера, од ласерског показивача и оптичких читача, до примене у медицини, стоматологији и индустрији. Поменути да се ласерски мерачи дужине могу користити за мерења дужина просторија па до растојања од Земље до Месеца. Важно је поменути и да се ласери у великој мери користе у научним лабораторијама, пре свега као извори електромагнетног зрачења врло добро дефинисане енергије.

У овој теми практично и нема рачунских задатака, тако да се треба окренути квалитативним задацима и питањима која могу да допринесу бољем разумевању принципа рада и примене ласера. Може да буде од користи израда "демонстрационих" задатака, који нису прикладни за самостални рад ученика, али презентација решења неких једноставнијих проблема може да допринесе прихватању основних концепата.

Практична знања се проверавају лабораторијском вежбом (*Одређивање угаоне дивергенције ласерског снопа*).

Препоручени број часова за обраду ове две теме са целим одељењем у гимназији је 11 часова. У току ових часова се могу приказати рачунарске симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђивању градива и изради.

**6. Физика чврстог стања**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Појам о теорији електронског гаса. Зонска теорија кристала. Суперпроводљивост. Полупроводници.

У оквиру наставне теме Физика чврстог стања посветити пажњу значају модела гаса слободних електрона, шта се у оквиру тог модела може добро писати и шта су му основни недостаци. Објаснити зонску структуру кристала и указати на сличност, односно на сличну основну идеју као у квантном моделу атома (стања, квантни бројеви, Паулијев принцип). Указати на појаве које се врло добро описују у оквиру зонске теорије (проводне особине кристала). Објаснити потпуно феноменолошки појаву суперпроводности и указати на то да је она врло леп пример макроскопске квантне појаве. Детаљно описати полупроводнике, указати на њихов значај за технолошку револуцију. Указати такође да њихово потпуно разумевање није било могуће без примене квантне теорије. Продискутовати употребу полупроводника за прављење LED сијалица и указати на тешкоће које је било потребно савладати да би се конструисале данашње прилично квалитетне светиљке (диоде које дају светлост потребних боја, да би се у мешавини добила скоро бела светлост).

Избор задатака, како рачунских, тако и квалитативних је веома мали али треба инсистирати на онима који могу да допринесу бољем разумевању појава у чврстом стању. Може да буде од користи израда „демонстрационих" задатака, који нису прикладни за самостални рад ученика, али презентација решења неких једноставнијих проблема може да допринесе прихватању основних концепата.

Практична знања се проверавају лабораторијским вежбама (*Струјно-напонска карактеристика диоде и Одређивање Планкове константе помоћу LED диоде*).

*Демонстрациони оглед* који може да се уради у оквиру ове теме је:

1. ***Диоде, фотоћелије, транзистори***

Препоручени број часова за обраду ове две теме са целим одељењем у гимназији је 19 часова. У току ових часова се могу приказати рачунарске симулације, извести демонстрациони огледи и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђивању градива и изради.

**7. Физика атомског језгра и елементарних честица**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Језгро атома. Дефект масе и енергија везе. Радиоактивност. Закон радиоактивног распада. Интеракција радиоактивног зрачења са супстанцијом. Детекција, примена и заштита од зрачења. Фисија и фузија. Нуклеарна енергетика. Појам и врсте елементарних честица.

У оквиру наставне теме Физика атомског језгра и елементарних честица указати на веома важну чињеницу да се модел атомског језгра не може направити ван квантне механике. Приближити ученицима колика се енергија крије у дефекту масе, и зашто је већина језгара врло стабилна. Објаснити зашто је остатак језгара у природи нестабилан и на које све начине језгро може да се стабилизује. Посветити посебну пажњу стохастичкој природи радиоактивних распада. Приликом обрађивања теме Интеракција зрачења са супстанцијом објаснити зашто нам је та тема толико важна. Како на основу знања о интеракцији са супстанцијом можемо да правимо ефикаснију заштиту од радиоактивног зрачења. Објаснити најновија достигнућа на пољу нуклеарне енергетике (фузиони реактори и нуклеарне електране нове генерације). Подстаћи дискусију о оправданости употребе нуклеарне енергије за комерцијалне сврхе, посебно истаћи све опасности које вребају, али и користи које би се тиме добиле (одлагање отпада, али и смањена емисија гасова "стаклене баште"). Поред прегледа познатих елементарних честица, скренути пажњу ученицима на еволуцију идеје о елементарним честицама (од атома до кваркова и лептона).

У овој теми практично и нема рачунских задатака, осим оних везаних за закон радиоактивног распада, тако да се треба окренути квалитативним задацима и питањима која могу да допринесу бољем разумевању многих појава везаних за физику језгра и елементарних честица. Може да буде од користи да се приликом обраде теме Детекција радиоактивног зрачења демонстрира детекција зрачења које ствара стари будилник са флуоресцентним бројкама. Поред тога може се подстаћи дискусија приликом презентације пројеката о опасностима, при планираним дугим космичким летовима (Марс), од космичког зрачења. Такође може се продискутовати и комерцијална употреба (мањих) акцелератора у другим областима физике, технологије или медицине.

Практична знања се проверавају лабораторијским вежбама (*Мерење фона радиоактивног зрачења и Опадање интензитета гама зрачења са повећавањем дебљине апсорбера (препреке) од извора*).

*Осмислити пројекат из области:*

1*.* ***Космичко зрачење***. (Порекло, извори и детекција)

2. ***Акцелератори честица***. (Врсте акцелератора, CERN)

Препоручени број часова за обраду ове две теме са целим одељењем у гимназији је 30 часова. У току ових часова се могу приказати рачунарске симулације, дискусија на основу задатих пројеката и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђивању градива и изради.

**8. Увод у астрономију и основни појмови**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Предмет проучавања и специфичности астрономије. Интердисциплинарност. Оријентација на небу. Привидно кретање Сунца и последице. Kоординатни системи и време у астрономији.

**9. Гравитациона дејства**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Хелиоцентрички систем. Кеплерови закони. Њутнов закон гравитације. Паралакса. Астрономске јединице за даљину.

**10. Звезде, галаксије и зрачење небеских тела**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Физичке карактеристике и типови звезда. Н-R дијаграм. Еволуција звезда. Млечни пут. Врсте галаксија. Спектар зрачења небеских тела.

**11. Сунце и сунчев систем**

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Карактеристике мирног Сунца. Сунчева активност. Основне карактеристике Сунчевог система.

У оквиру четири наставне теме из астрономије и астрофизике посебно вреди истаћи податке о квалитету мерења која су извршена и која се и данас врше. Астрономска мерења спадају у најсавршенија мерења која је човек смислио и извршио, и ученицима ових посебних одељења би требало то јасно предочити. Поред основних појмова у оквиру интердисциплинарности може се поменути све већа потреба за биолошким и хемијским моделима који би дали неки критеријум за оцењивање да ли негде у околним системима постоје услови за живот, или и сам живот.

Приликом обрађивања теме Гравитациона дејства може да буде занимљиво (може да буде изложено и као неки семинарски рад) поређење са моделима насталим у геоцентричном систему. Ту би се поредила два модела која оба дају резултате које се слажу са подацима добијеним посматрањем неба. И ако геоцентрични систем има погрешну поставку, прецизна мерења су довела до тачног, али врло сложеног, описа кретања осталих небеских тела.

У теми посвећеној звездама може да се помене модел настанка тежих елемената (елемената са већим масеним бројевима). Нагласити и значај зрачења небеских тела за астрономска мерења.

У теми посвећеној Сунцу скренути пажњу на фундаменталну улогу које Сунце има за живот на Земљи, од енергије коју одашиље, преко светлости до финих утицаја које сунчева активност има на климу, телекомуникационе системе и слично.

У овим темама практично и нема рачунских задатака, тако да се треба окренути квалитативним задацима и питањима која могу да допринесу бољем разумевању многих астрономских појава. С обзиром на атрактивност теме вероватно би било добро прихваћено да се већи део градива из астрономије изложи у виду ученичких семинара, са позивом на отворену дискусију.

*Осмислити пројекат из области:*

1. ***Принцип рада астрономских уређаја заснован на одговарајућим физичким појавама***. (Телескоп Џејмс Веб. Систем многобројних телескопа на површини Земље. Радиотелескопи.)

2. ***Хабл-Леметров закон. Космолошке хипотезе***.

Препоручени број часова за обраду ових тема из астрономије са целим одељењем у гимназији је 8 часова. У току ових часова се могу приказати рачунарске симулације, дискусија на основу задатих пројеката и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђивању градива и изради.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У настави оријентисаној на достизање исхода вреднују се oстварени ниво постигнућа и напредовање током процеса учења. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је да буде усклађено са принципима оцењивања (Правилник о оцењивању у средњој школи).

Наставник је дужан да континуирано прати рад сваког ученика кроз непрекидно проверавање његових усвојених знања, стечених на основу свих облика наставе: демонстрационих огледа, предавања, решавања квантитативних и квалитативних задатака, лабораторијских вежби, семинарских радова и пројеката...

У сваком разреду треба континуирано проверавати и вредновати компетенције (знања, вештине и ставове) ученика помоћу усменог испитивања, кратких писмених провера, тестова на крају већих целина, контролних рачунских вежби и провером експерименталних вештина. Наставник физике треба да омогући ученицима да искажу алтернативна решења проблема, иновативност и критичко мишљење и да то адекватно вреднује.

На почетку школске године потребно је спровести иницијални тест. Овај тест је инструмент провере предзнања и потенцијала ученика. На крају школске године, такође, треба спровести тест систематизације градива и проверити ниво постигнућа ученика и степен остварености образовних стандарда.