

формирања ставова и вредности, у оквиру предвиђених наставних предмета, обезбеди:

– пун интелектуални, емоционални, социјални, морални и физички развој ученика у складу са њиховим способностима, потребама, интересовањима;

– унапређивање језичке, уметничке, културне, научне, техничке и посебно математичке и информатичке писмености, што је неопходно за наставак образовања и професионални развој;

– подршка развоју међупредметних компетенција.

Међупредметне компетенције обезбеђују ученицима успешно сналажење у свакодневном животу и раду. Оне су резултат великог броја активности које се остварују у свим наставним предметима и током целокупног гимназијског школовања. За њихов развој важни су не само садржаји већ и методе којима се оне проучавају – требало би да доминирају истраживачке и интерактивне методе, рефлексивна, критичко мишљење, кооперативно учење и друге методе које јачају учешће ученика у образовно-васпитном процесу.

### **1. Компетенција за целоживотно учење**

Лични и професионални развој појединца превасходно почиња на његовој способности да управља процесом учења. Ученик треба да буде оспособљен да иницира учење, да изабере стратегије учења и дизајнира контекст у којем учи, да прати и контролише напредак током учења, да управља учењем у складу са намерама и циљем који има. Ученик уме да пронађе и асимилује нова знања и вештине, користећи претходно учење и ваншколско искуство. Свестан је процеса учења, могућности и тешкоћа у учењу; уме да превазиђе тешкоће и да истраје у учењу. Примењује знања у различитим ситуацијама у зависности од карактеристика ситуације и сопствених циљева.

- Ученик уме да планира време за учење и да организује процес учења и управља њим.
- Активно конструише знање; уочава структуру градива, активно селекује познато од непознатог, битно од небитног; уме да резимира и елаборира основне идеје.
- Ефикасно користи различите стратегије учења, прилагођава их природи градива и циљевима учења.
- Познаје различите врсте текстова и уме да изабере адекватну стратегију читања.
- Разликује чињенице од интерпретација, ставова, веровања и мишљења; препознаје и продукује аргументацију за одређену тезу, разликује аргументе према снази и релевантности.
- Уме да процени сопствену успешност у учењу; идентификује тешкоће у учењу и зна како да их превазиђе.

### **2. Комуникација**

Ученик влада различитим модалитетима комуникације и користи их на сврсисходан и конструктиван начин када комуницира у приватном, јавном, образовном и професионалном контексту. Ученик прилагођава начин и средства комуникације карактеристикама ситуације (сврси и предмету комуникације, комуникационим

## **НАСТАВНИ ПЛАН И ПРОГРАМ ЗА ОБДАРЕНЕ УЧЕНИКЕ У МАТЕМАТИЧКОЈ ГИМНАЗИЈИ**

### **ЦИЉЕВИ ОБРАЗОВАЊА И ВАСПИТАЊА У МАТЕМАТИЧКОЈ ГИМНАЗИЈИ**

Циљ образовања и васпитања у Математичкој гимназији је да се путем стицања функционалних знања, овладавања вештинама,

капацитетима и карактеристикама партнера у комуникацији итд.). Користи на одговарајући и креативан начин појмове, језик и стил комуникације који су специфични за различите научне, техничке и уметничке дисциплине. У комуникацији са другима уме да изрази себе (своје мишљење, осећања, ставове, вредности и идентитете) и да оствари своје циљеве на позитиван, конструктиван и аргументован начин поштујући и уважавајући другог. Критички процењује садржај и начин комуникације у различитим комуникативним ситуацијама. Ученик има развијену свест о значају позитивне и конструктивне комуникације и активно доприноси неговању културе дијалога у заједницама којима припада.

- Активно доприноси неговању културе дијалога, уважавању и неговању различитости и поштовању основних норми комуникације.
- Ученик познаје специфичне карактеристике различитих модалитета комуникације (усмена и писана, непосредна и посредована комуникација, нпр. телефоном, преко интернета).
- Уме јасно да искаже одређени садржај, усмено и писано, и да га прилагоди захтевима и карактеристикама ситуације: поштује жанровске карактеристике, ограничења у погледу дужине, намену презентације и потребе аудиторијума.
- Уважава саговорника – реагује на садржај комуникације, а не на личност саговорника; идентификује позицију (тачку гледишта) саговорника и уме да процени адекватност аргументације и контрааргументације за ту позицију.
- У ситуацији комуникације, изражава своје ставове, мишљења, осећања, вредности и идентитете на позитиван, конструктиван и аргументован начин како би остварио своје циљеве и проширио разумевање света, других људи и заједница.
- Ученик користи на одговарајући и креативан начин језик и стил комуникације који су специфични за поједине научне, техничке и уметничке дисциплине.

### 3. Рад с подацима и информацијама

Ученик разуме значај коришћења поузданих података за рад, доношење одлука и свакодневни живот. Користи знања и вештине из различитих предмета да представи, прочита и протумачи податке користећи текст, бројеве, дијаграме и различите аудио-визуелне форме. Ученик користи различите изворе информација и података (библиотеке, медије, интернет, личну комуникацију, итд.) и критички разматра њихову поузданост и ваљаност. Ефикасно проналази, селекује и интегрише релевантне информације из различитих извора.

- Зна да је за разумевање догађаја и доношење компетентних одлука потребно имати релевантне и поуздане податке.
- Уме да пореди различите изворе и начине добијања података, да процењује њихову поузданост и препозна могуће узроке грешке.
- Користи табеларни и графички приказ података и уме да овако приказане податке чита, тумачи и примењује.
- Користи информационе технологије за чување, презентацију и основну обраду података.
- Зна разлику између података и њиховог тумачења, зна да исти подаци, у зависности од контекста, могу имати различита тумачења и да тумачења могу да буду пристрасна.
- Разуме разлику између јавних и приватних података, зна које податке може да добије од надлежних институција и користи основна правила чувања приватности података.

### 4. Дигитална компетенција

Ученик је способан да користи расположива средства из области информационо-комуникационих технологија (уређаје, софтверске производе, електронске комуникационе услуге и услуге које се користе путем електронских комуникација) на одговоран и критички начин ради ефикасног испуњавања постављених циљева и задатака у свакодневном животу, школовању и будућем послу. Познаје основне карактеристике расположивих информационо-комуникационих технологија (у даљем тексту: ИКТ) и могућности њихове

примене у свакодневном животу, раду и образовању, односно њихов утицај на живот и рад појединца и заједница. Имајући у виду сврху постављених циљева и задатака уме да одабере одговарајуће ИКТ средство и да га користи на одговоран и креативан начин у активностима које ради тога спроводи (комуникација; сарадња; учење у животу заједница; учење; решавање проблема; трансакције; планирање, организација и управљање самосталним и заједничким активностима; стварање, организација, обрада и размена информација), а да истовремено приступ решавању проблема прилагоди могућностима технологије. Приликом коришћења ИКТ-а свестан је ризика за сопствену и туђу сигурност и добробит и одговорним поступањем себе и друге штити од нежељених последица.

- Уме да претражује, процењује релевантност и поузданост, анализира и систематизује информације у електронском облику користећи одговарајућа ИКТ средства (уређаје, софтверске производе и електронске услуге).
- Изражава се у електронском облику коришћењем одговарајућих ИКТ средстава, укључујући мултимедијално изражавање и изражавање са елементима формално дефинисаних нотација карактеристичних за коришћена ИКТ средства (нпр. адресе, упити, команде, формуле, процедуре и сл. изражене у одговарајућој нотацији).
- Помоћу ИКТ уме да представи, организује, структурира и форматира информације користећи на ефикасан начин могућности датог ИКТ средства.
- Приликом решавања проблема уме да одабере одговарајућа ИКТ средства, као и да прилагоди начин решавања проблема могућностима тих ИКТ средстава.
- Ефикасно користи ИКТ за комуникацију и сарадњу.
- Препознаје ризике и опасности при коришћењу ИКТ и у односу на то одговорно поступа.

### 5. Решавање проблема

Ученик ангажује своје индивидуалне капацитете (знање из различитих предмета, искуство стечено изван школе, као и интелектуалне, емоционалне и социјалне способности) и друге ресурсе који му стоје на располагању (различити извори информација, алати, књиге, искуство других ученика, наставника и других особа из школског и ваншколског окружења, итд.), селективно и сврсисходно их користи, истрајава у решавању проблема и проналази/осмишљава делотворно решење за јасно или релативно јасно дефинисане проблемске ситуације за које не постоји очигледно решење, а које се јављају током учења и приликом учења у животу школе.

- Испитујући проблемску ситуацију, ученик идентификује ограничења и релевантне карактеристике проблемске ситуације и разуме како су оне међусобно повезане.
- Ученик проналази/осмишљава могућа решења проблемске ситуације.
- Ученик упоређује различита могућа решења проблемске ситуације преко релевантних критеријума, уме да објасни шта су предности и слабе стране различитих решења и да се определи за боље решење.
- Ученик припрема примену изабраног решења, прати његову примену усклађујући се са новим знањима које стиче током примене датог решења и успева да реши проблемску ситуацију.
- Ученик вреднује примену датог решења, идентификује његове добре и слабе стране и формулише препоруке за наредно искуство са истим или сличним проблемским ситуацијама.

### 6. Сарадња

Ученик је способан да се у сарадњи са другима или као члан групе ангажује на заједничком решавању проблема или реализацији заједничких пројеката. Учествује у заједничким активностима на конструктиван, одговоран и креативан начин афирмишући дух међусобног поштовања, равноправности, солидарности и сарадње. Активно, аргументовано и конструктивно доприноси раду групе у свим фазама групног рада: формирање групе, формулисање заједничких циљева, усаглашавање у вези са правилима заједничког рада, формулисање оптималног начина за остварење заједничких

циљева на основу критичког разматрања различитих предлога, подела улога и дужности, преузимање одговорности за одређене активности, надгледање заједничког рада и усклађивање постигнутих договора са новим искуствима и сазнањима до којих се долази током заједничког рада и сарадње. У процесу договарања уме да изрази своја осећања, уверења, ставове и предлоге. Поддржава друге да изразе своје погледе, прихвата да су разлике у погледима предност групног рада и поштује друге који имају другачије погледе. У сарадњи са другима залаже се да се одлуке доносе заједнички на основу аргумената и прихваћених правила заједничког рада.

- Конструктивно, аргументовано и креативно доприноси раду групе, усаглашавању и остварењу заједничких циљева.
- Доприноси постизању договора о правилима заједничког рада и придржава их се током заједничког рада.
- Активно слуша и поставља релевантна питања поштујући саговорнике и сараднике, а дискусију заснива на аргументима.
- Конструктивно доприноси решавању разлика у мишљењу и ставовима и при томе поштује друге као равноправне чланове групе.
- Ангажује се у реализацији преузетих обавеза у оквиру групног рада на одговоран, истражан и креативан начин.
- Учествује у критичком, аргументованом и конструктивном преиспитивању рада групе и доприноси унапређењу рада групе.

## 7. Одговорно учешће у демократском друштву

Ученик је способен да активно, компетентно, критички и одговорно учествује у животу школе, заједница којима припада, као и у ширем демократском друштву, руководећи се правима и одговорностима које има као припадник заједнице и као грађанин. Прихвата и поштује друге као аутономне и једнако вредне особе. Својим активностима у заједници доприноси заштити и неговању људских и мањинских права, хуманистичких вредности и основних демократских вредности и принципа. Користи право избора културе, субкултуре и традиције које ће неговати и афирмисати, поштујући право других да негују и афирмишу другачије културе, субкултуре и традиције. Поштује равноправност различитих заједница и њихових традиција или идентитета. Посебно води рачуна о могућој маргинализацији или дискриминацији своје или других заједница и активно изражава солидарност са онима који су дискриминисани или маргинализовани. Уме да се удружује са другима како би ангажовано, толерантно, аргументовано и критички заступали одређене ставове, интересе и политике поштујући права оних који заступају супротстављене иницијативе, као и правила и процедуре за доношење одлука.

- Активно учествује у животу школе и заједнице тако што поштује друге учеснике као једнако вредне аутономне особе и њихова људска и мањинска права и тако што се супротставља различитим формама насиља и дискриминације.
- Својим активностима у школи и заједници афирмише дух толеранције, равноправности и дијалога.
- Критички и аргументовано учествује у разматрању отворених питања за која је заинтересован поштујући разлике у мишљењу и интересима и даје лични допринос постизању договора.
- Има осећање припадности одређеним културним заједницама, локалној заједници, региону у којем живи, ширем друштву, држави Србији и међународним организацијама у које је Србија укључена.
- Изражава на афирмативан начин свој идентитет и поштује другачије културе и традиције и тако доприноси духу интеркултуралности.
- На изборима уме да се определи за политичке идеје и програме за које сматра да на најбољи начин доприносе остварењу личне и друштвене добити и поштује право других на другачије опредељење.
- Залаже се за солидарност и учествује у хуманитарним активностима.

## 8. Одговоран однос према здрављу

Ученик прикупља информације о темама у вези са ризицима, очувањем и унапређењем психофизичког здравља. Просуђује

релевантне околности и, по потреби, доноси одлуке и/или се укључује у активности значајне за превенцију болести и очување здравља. Свестан је свих димензија здравља (физичко, ментално, социјално, емоционално здравље). Познаје факторе који доприносе здрављу или га угрожавају и импликација њиховог деловања по појединца, групу или заједницу. Својим понашањем, као појединац и део различитих група и заједница, промовише здравље, заштиту здравља и здраве стилове живота.

- Познаје основне састојке хране и промене које утичу на њен квалитет; разуме значај правилне исхране и адекватне прераде хране за очување здравља.
- Познаје карактеристике основних заразних болести, њихове изазиваче и мере превенције.
- Разуме значај лекова и правилног начина њихове употребе за очување здравља.
- Познаје могуће последице коришћења никотина, алкохола и других психоактивних супстанци.
- Бира стил живота имајући на уму добре стране и ризике тог избора (нпр. активно бављење спортом, вегетаријанска исхрана).
- Уме да пружи прву помоћ.

## 9. Одговоран однос према околини

Одговоран однос према околини подразумева познавање и непосредан доживљај природе; увиђање значаја који природа има за одржавање живота на Земљи; разумевање међузависности живог света, природних ресурса и климатских услова за одржање живота; очување његове разноврсности, еколошких станишта и климатских услова; активно учествовање у неговању здравих заједница. Ученик познаје како људске активности могу да унапреде или угрозе животну средину и одржив развој. Спреман је да се укључи у активности усмерене ка очувању окружења у којем живи, ради и уч

- Разуме концепт здравог и безбедног окружења (вода, ваздух, земљиште) за живот људи и спреман је да се активно ангажује у заштити и унапређењу квалитета живота у заједници.
- Показује разумевање и спремност за ангажовање у заштити природе и управљању ресурсима тако да се не угрожава могућност будућих генерација да задовоље своје потребе.
- Процењује ризике и користи од употребе неких супстанци по околину и здравље људи и одговорно поступа са њима (правилно их складиштити и одлаже отпад).
- Познаје факторе који утичу на загађење земљишта, воде и ваздуха, разуме и предвиђа последице њихове употребе.
- Увиђа предности и недостатке коришћења различитих извора енергије.
- Разуме значај и користи могућности рециклирања.

## 10. Естетичка компетенција

Ученик је упознат са културним наслеђем људске заједнице, има свест о вредности уметничких и културних дела и њиховог значаја за развој друштва. Естетичка компетенција иде корак даље од тога, ка препознавању међуповезаности различитих форми и средстава уметничког изражавања. Свестан је значаја естетске димензије у свакодневном животу, има критички однос према употреби и злоупотреби естетике. Ученик се оспособљава да исказује опажања, осећања и идеје у вези са уметничким изразима у различитим медијима, да култивише културне навике, да изграђује аутономне естетске критеријуме и преференције и суди у складу с њима.

- Позитивно вреднује допринос културе и уметности развоју људске заједнице; свестан је међусобних утицаја културе, науке, уметности и технологије.
- Показује осетљивост за естетску димензију у свакодневном животу и има критички однос према употреби и злоупотреби естетике.
- Има изграђене преференције уметничких и културних стилова и користи их за обогаћивање личног искуства.
- Повезује уметничка и културна дела са историјским, друштвеним и географским контекстом њиховог настанка.

- Уме да анализира и критички вреднује уметничка дела која су представници различитих стилова и епоха, као и дела која одступају од карактеристика доминантних праваца.
- Вреднује алтернативне уметничке форме и изразе (субкултурна дела).

## 11. Предузимљивост и предузетничка компетенција

Кроз образовање за предузетништво, ученик се учи организационим вештинама и способностима, укључујући различите интерперсоналне вештине, као и организацију простора, управљање временом и новцем. Ученик је оспособљен за комплексно планирање и одлучивање које подразумева поштовање више услова истовремено. Уме да осмишљава пројекте у складу са унапред постављеним захтевима. Зна како да се упозна са карактеристикама одређених послова и радних места, спреман је на волонтерско ангажовање и коришћење различитих могућности за стицање радног искуства.

- Ученик разуме важност личне активације и показује иницијативу у упознавању са карактеристикама тржишта рада (захтеви појединих радних места, начин функционисања институција, позиционирање у свету бизниса).
- Разуме принципе функционисања тржишта рада и схвата неопходност сталног усавршавања у складу са развојем тржишта и захтевима послодаваца.
- Уме да идентификује и адекватно представи своје способности и вештине („јаке стране”); уме да напише CV и мотивационо писмо.
- Уме да искаже и заступа своје идеје, и да утиче на друге, кроз развој вештине јавног говора, преговарања и решавања конфликта.
- Има способност постављања адекватних и реалних циљева процењујући и прихватајући ризике; планира ресурсе и управља њима (знања и вештине, време, новац, технологије и други ресурси) и усредсређен је на постизање циљева.
- Зна да комуницира с послодавцима; уме да преговара; спреман је да обавља праксу и волонтира поштујући договоре.

### НАСТАВНИ ПЛАН МАТЕМАТИЧКЕ ГИМНАЗИЈЕ

		I РАЗРЕД					II РАЗРЕД					III РАЗРЕД					IV РАЗРЕД					УКУПНО			
		недељно		годишње			недељно		годишње			недељно		годишње			недељно		годишње			годишње			
		Т	В	Т	В	нас. у блоку	Т	В	Т	В	нас. у блоку	Т	В	Т	В	нас. у блоку	Т	В	Т	В	нас. у блоку	Т	В	нас. у блоку	Σ
<b>I ОБАВЕЗНИ НАСТАВНИ ПРЕДМЕТИ</b>		<b>30</b>		<b>1006</b>	<b>44</b>	<b>60</b>	<b>30</b>		<b>1006</b>	<b>44</b>	<b>60</b>	<b>30</b>		<b>1016</b>	<b>34</b>	<b>60</b>	<b>30</b>		<b>906</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>3934</b>	<b>146</b>	<b>240</b>	<b>4320</b>
1.	Српски језик и књижевност	4		140			3		105			3		105			4		124			474			474
1.1.	_____језик и књижевност*	4		140			3		105			3		105			4		124			474			474
2.	Српски као нематерњи језик*	2		70			2		70			2		70			2		62			272			272
3.	Страни језик	2		70			2		70			2		70			2		62			272			272
4.	Социологија са правима грађана											2		70								70			70
5.	Психологија						2		70													70			70
6.	Филозофија																2		62			62			62
7.	Историја	2		70			2		70													140			140
8.	Географија	2		70			2		70													140			140
9.	Физика	4		126	14		3		93	12		4		126	14		4		110	14		455	54		509
10.	Астрономија																1		31			31			31
11.	Хемија	3		75	30		3		73	32		2		60	10							208	72		290
12.	Биологија											3		95	10		3		83	10		178	20		198
13.	Физичко васпитање	2		70			2		70			2		70			2		62			272			272
14.	Анализа са алгебром	4		140			4		140			4		140			4		124			544			544
15.	Геометрија	4		140			4		140													280			280
16.	Линеарна алгебра и аналитичка геометрија											4		140								105			105
17.	Вероватноћа и математичка статистика																2		62			62			62

18.	Нумеричка математика													2		62			62			62		
19.	Рачунарство и информатика	3		105		60	3		105		60	2		70		30	2		62		30	342	180	522
20.	Програмирање и програмски језици											2		70		30	2		62		30	132	60	192
<b>II: ИЗБОРНИ НАСТАВНИ ПРЕДМЕТИ</b>		<b>1</b>		<b>35</b>			<b>1</b>		<b>35</b>			<b>1</b>		<b>35</b>			<b>1</b>		<b>31</b>			<b>136</b>		<b>136</b>
1.	Грађанско васпитање / Верска настава	1		35			1		35			1		35			1		31			136		136
<b>УКУПНО I-II</b>		<b>31</b>		<b>1145</b>			<b>31</b>		<b>1145</b>			<b>31</b>		<b>1145</b>			<b>31</b>		<b>1021</b>			<b>4456</b>		

Напомена: \* За ученике који наставу слушају на матерњем језику националне мањине

#### ОСТАЛИ ОБАВЕЗНИ ОБЛИЦИ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА ТОКОМ ШКОЛСКЕ ГОДИНЕ

	ПРВИ РАЗРЕД	ДРУГИ РАЗРЕД	ТРЕЋИ РАЗРЕД	ЧЕТВРТИ РАЗРЕД	УКУПНО
Час одељенског старешине	70 часова	70 часова	70 часова	62 часа	272 часа
Додатни рад *	до 30 часова	до 30 часова	до 30 часова	до 30 часова	до 120 часова
Допунски рад *	до 30 часова	до 30 часова	до 30 часова	до 30 часова	до 120 часова
Припремни рад *	до 30 часова	до 30 часова	до 30 часова	до 30 часова	до 120 часова

\*Реализују се по потреби.

ФАКУЛТАТИВНИ ОБЛИЦИ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА ТОКОМ ШКОЛСКЕ ГОДИНЕ ПО РАЗРЕДИМА

	I РАЗРЕД часова	II РАЗРЕД часова	III РАЗРЕД часова	IV РАЗРЕД часова
Екскурзија	до 3 дана	до 5 дана	до 5 наставних дана	до 5 наставних дана
Језик другог народа или националне мањине са елементима националне културе	2 часа недељно			
Други страни језик	2 часа недељно			
Други предмети *	1-2 часа недељно			
Стваралачке и слободне активности ученика (хор, секције и друго)	30-60 часова годишње			
Друштвене активности – ученички парламент, ученичке задруге	15-30 часова годишње			
Културна и јавна делатност школе	2 радна дана			

\*У складу са чланом 76 Закона о основама система образовања и васпитања.

ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВНОГ ПЛАНА И ПРОГРАМА

1. Радне недеље

	I РАЗРЕД	II РАЗРЕД	III РАЗРЕД	IV РАЗРЕД
Разредно-часовна настава	35	35	35	31
Настава у блоку	2	2	2	2
Обавезне ваннаставне активности	2	2	2	2
Матурски испит				4
<b>Укупно радних недеља</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>39</b>

2. Подела одељења на групе ученика

Предмет		I разред		II разред		III разред		IV разред		број ученика у групи
		број часова		број часова		број часова		број часова		
		вежбе	настава у блоку	вежбе	настава у блоку	вежбе	настава у блоку	вежбе	настава у блоку	
1.	Физика	14		12		14		14		8 – 12
2.	Хемија	30		32		10				8 – 12
3.	Биологија					10		10		8 – 12
4.	Рачунарство и информатика		60		60		30		30	8 – 12
5.	Програмирање и програмски језици						30		30	8 – 12

3. Образовно-васпитни рад у школи може да се остварује у менторској групи до 5 ученика из: математичке групе предмета, физике, рачунарства и информатике и програмирања и програмских језика. Број ученика обухваћен менторским радом не може бити већи од 25% укупног броја ученика који стичу образовање на основу овог плана и програма.



## НАСТАВНИ ПРОГРАМ

Наставни план и програм остварује се у складу са:

1. Правилником о наставном плану и програму за гимназију („Службени гласник СРС – Просветни гласник”, број 5/90 и „Просветни гласник”, бр. 3/91, 3/92, 17/93, 2/94, 2/95, 8/95, 23/97, 2/02, 5/03, 10/03, 11/04, 18/04, 24/04, 3/05, 11/05, 2/06, 6/06, 12/06, 17/06, 1/08, 8/08, 1/09, 3/09, 10/09, 5/2010 и 7/2011) за природно-математички смер гимназије, и то са планом и програмом предмета:

- 1) српски језик и књижевност;
- 2) српски као нематерњи језик;
- 3) страни језик;
- 4) психологија;
- 5) филозофија;
- 6) физичко васпитање;
- 7) грађанско васпитање.

2. Правилником о наставном плану и програму предмета верска настава („Просветни гласник”, бр. 6/03, 23/04 и 9/05).

Уколико се наставни план и програм остварује на језику националне мањине, програм језика и књижевности националне мањине остварује се у складу са Правилником о наставном плану и програму за гимназију („Службени гласник СРС – Просветни гласник”, број 5/90 и „Просветни гласник”, бр. 3/91, 3/92, 17/93, 2/94, 2/95, 8/95, 23/97, 2/02, 5/03, 10/03, 11/04, 18/04, 24/04, 3/05, 11/05, 2/06, 6/06, 12/06, 17/06, 1/08, 8/08, 1/09, 3/09, 10/09, 5/2010 и 7/2011) за природно-математички смер гимназије.

Годишњи број часова преузетих програма треба прилагодити наставном плану Математичке гимназије.

### СОЦИОЛОГИЈА СА ПРАВИМА ГРАЂАНА

#### Циљ и задаци

Циљ предмета социологија са правима грађана јесте да ученици овладају основним појмовима социологије и принципима на којима функционише демократско друштво да би што успешније остварили своју улогу и место у њему; да ученици стекну применљива и функционална знања о друштвеним појавама, структури, развоју и противуречностима савременог друштва, како би развили кључне компетенције потребне за живот и партиципацију у демократски уређеном мултикултуралном друштву.

Задаци наставе социологије са правима грађана су да ученици:

- овладају основним знањима о најважнијим друштвеним појавама и повезаности појединца и друштва;
- унапреде способности заузимања критичког и ангажованог става према друштву и друштвеним институцијама;
- развију способности за улогу одговорног грађанина, за живот и партиципацију у демократски уређеном и хуманом друштву;
- упознају уставна права и уставом и законима предвиђене инструменте и могућности учешћа грађана у политичком процесу, тј. у вршењу власти и политичком животу уопште - почев од избора, гласања на референдуму итд
- усвоје вредности и формирају аутономни вредносни систем у складу са основним (универзалним) вредностима правде, истине, слободе, поштења и личне одговорности;
- развију лични и национални идентитет у духу мултикултурализма, поштовања и очувања националне и светске културне баштине;
- унапреде и прошире општу културу;
- јачају осетљивост у односу на постојање друштвених неједнакости (економских, образовних, родних, класних, етничких, глобалних...);
- развију спремност за успостављање активног односа према решавању друштвених проблема, покрећу акције и преузимају одговорност за личне одлуке;
- унапреде способност да самостално проналазе релевантне информације и да успоставе критички однос према њима;
- унапреде способност свих облика комуникације, дијалога и исказивања аргументованог става;

- унапреде способности за прикупљање, анализу, организацију, критичку процену, примену и преношење информација из различитих извора релевантних за живот у демократском друштву;
- унапреде способност квалитетне и ефикасне сарадње са другима (групног рада, тимског рада).

### III разред

(2 часа недељно, 70 часова годишње)

#### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

##### I СОЦИОЛОШКИ ПРИСТУП ДРУШТВУ

1. Одређење предмета и метода социологије
2. Настанак социологије
3. Модерно и савремено друштво
4. Појединац, култура и друштво

##### II ДРУШТВЕНА СТРУКТУРА И ДРУШТВЕНЕ ПРОМЕНЕ

1. Друштвена структура и систем: групе, организације, институције
2. Друштвена структура и систем: стратификација, покретљивост
3. Друштвена структура и систем: друштвене улоге, друштвени положаји, моћ, углед
4. Друштвене неједнакости
5. Друштвене промене и развој
6. Друштво и становништво

##### III ОСНОВНЕ ОБЛАСТИ ДРУШТВЕНОГ ЖИВОТА

1. Сфера рада
2. Економски аспекти друштва
3. Политика
4. Култура
5. Религија
6. Етнички аспекти друштва
7. Идеологија
8. Породица

##### IV ПОЈАВЕ И ПРОБЛЕМИ САВРЕМЕНОГ ДРУШТВА

1. Социјално-патолошке појаве
2. Друштво и простор
3. Еколошки проблеми
4. Глобализација
5. Млади у савременом друштву

##### V ДЕМОКРАТИЈА И МЕХАНИЗМИ ВЛАСТИ

1. Сувереност народа и сувереност грађана
2. Облици непосредне демократије, вишестраначки систем и избори
3. Права припадника националних мањина

#### НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

Програм Социологије са правима грађана подразумева да се пуно остварење реализује у корелацији са другим наставним предметима као што су грађанско васпитање, историја, филозофија, српски језик и књижевност, психологија, музичка култура, ликовна култура, као и укључивањем ученика у различите ваннаставне активности.

Садржај програма и начин његове реализације треба да обезбеде остварење постављених циљева и задатака предмета, који се не односе само на стицање знања, већ и на формирање ставова и овладавање вештинама значајним за снажање у савременом друштву. Предвиђене садржаје треба презентовати кроз пет тематских области, које третирају различите теоријске и практичне аспекте.

У реализацији садржаја програма треба настојати да се код ученика развија критички однос према постојећем и способност препознавања правних цивилизацијских вредности, као и спремност за активно учествовање у политичком животу земље у којој живи.

Наставницима се препоручује да са ученицима дискутују о специфичностима ових приступа, као и да користе примере конкретних истраживања. Ученицима треба омогућити да у оквиру школе организују интерно социолошко истраживање на неку од тема за коју су заинтересовани (нпр. ставови младих о квалитету нашег образовног система; млади и слободно време; укључивање младих у процес политичког одлучивања, млади и политички процеси у Србији, млади и политичке партије, проблем алкохолизма или наркоманије код младих...).

Појмове попут вредности, норми, идентитета и социјализације сматрамо посебно важним јер они представљају неопходни појмовни апарат за разумевање основних облика друштвеног живота, што ће допринети формирању аутономног вредносног система у складу са основним вредностима правде, истине, слободе, поштења и личне одговорности и допринети развоју личног и националног идентитета уз развијање мултикултурализма. Препоручује се наставницима да ове појмове проширују и стално користе у објашњењу друштвених појава, јер је потребно да ученици увиде да је свет културе омеђен управо људским потребама, нормама и вредностима, да оне посредују између човека и друштва, и на посебан начин обликују друштвене институције и човека као индивидуално и социјално биће.

Тема друштвених неједнакости је посебно важна, па је треба обрадити кроз низ разноврсних примера, који говоре о различитим облицима неједнакости (економских, образовних, родних, класних, етничких, глобалних...) у односу на њихове различите социјалне и историјске изворе и последице по појединца и друштво. Од наставника се очекује да са ученицима дискутује о узроцима, облицима и нивоима неједнакости у нашем друштву, као и начинима за њихово евентуално ублажавање или искорењивање.

Проблему друштвене промене и развоја треба приступити кроз стално присутно двојство човека и друштва, својства сталности и променљивости. Упознавање ученика са раним и савременим теоријским концептима о друштвеној промени и њеним покретачким механизмима и облицима треба комбиновати са ученичким радионицама, у оквиру којих ће ученици, на основу изнетих ставова, бити охрабрени да изнесу властито мишљење о врстама, квалитету и последицама друштвених промена у нашем друштву. За ученике је посебно важно да разумеју властито положај унутар социјалне структуре, као и постојеће социјалне неједнакости, које утичу на степен њихове властите социјалне слободе, како би били у позицији да критички промисле и одговоре који је то пут ка друштву који даје подједнаке шансе свима, као и да увиде значај друштвених промена на личном и општем плану.

Наставници у свом раду, уз постојеће уџбенике, треба да користе и другу литературу релевантну за социологију са правима грађана (Устав, оригинална ауторска дела, бројна теоријска и емпиријска социолошка истраживања, стручне часописе, Статистички годишњак, али и – интернет, специјализоване сајтове, одговарајуће пробране филмове, аудио или видео записе), јер су то облици комуникације блиски младима, на којима се могу препознати и анализирати многи проблеми живота у савременом свету. Важно је да сами наставници користе различите изворе информација и да на њих упућују ученике, али и да оспособе ученике да самостално проналазе одговарајуће информације и да успоставе критички однос према њима.

Природа садржаја овог предмета омогућава коришћење различитих облика рада и наставних метода, које ангажују ученике и повећавају њихову заинтересованост. Реализација програма треба да се одвија у складу са принципима активне, проблемске и истраживачке наставе, уз услагашавање садржаја са одговарајућим методичким активностима. Уз традиционални, фронтални облик, неопходно је применити и друге различите облике радионичарског рада (симултана индивидуална активност, рад у паровима или малим групама, група дискусија, дебата...) Препоручује се примена бројних техника активног и кооперативног учења, искуственог учења, учења открићем, упознавање са техникама истраживачког рада као и пројектног рада. Коришћењем интерактивних метода у презентовању одређених тематских области и појмова ученике треба подстаћи да критички преиспитају властита, односно лична и социјална искуства

и интерпретирају их на начин који доприноси бољем разумевању актуелних процеса унутар српског и ширег глобалног друштвеног контекста. Ученике треба подстицати да проналазе информације, да их критички процењују, да постављају релевантна питања, да унапређују културу дијалога, да аргументовано заступају или оспоравају одређена становишта или сопствене ставове.

Вредновање ученичког постигнућа треба да укључи, поред степена усвојеног знања, сваку од поменутих активности ученика, јер је то добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Потребно је да континуирану евалуацију и самоевалуацију примењују како наставници, тако и ученици. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању циљева, задатака и исхода предмета, као и напредак других ученика у групи, увек уз одговарајућу аргументацију.

## ИСТОРИЈА

### Циљ и задаци

**Циљ** наставе историје је стицање хуманистичког образовања и развијање историјске свести; разумевање историјског простора и времена, историјских догађаја, појава и процеса и улоге истакнутих личности; развијање индивидуалног и националног идентитета; стицање и проширивање знања, развијање вештина и формирање ставова неопходних за разумевање савременог света (у националном, регионалном, европском и глобалном оквиру); унапређивање функционалних вештина и компетенција неопходних за живот у савременом друштву (истраживачких вештина, критичког и креативног мишљења, способности изражавања и образлагања сопствених ставова, разумевања мултикултуралности, развијање толеранције и културе аргументованог дијалога); оспособљавање за ефикасно коришћење информационо-комуникационих технологија; развијање свести о потреби сталног усавршавања и свести о важности неговања културно-историјске баштине.

**Задаци** наставе историје су да ученици:

- стекну и прошире знања о националној и општој историји (политичкој, економској, друштвеној, културној, итд.), да разумеју узроке и последице историјских догађаја, појава и процеса, и улогу истакнутих личности у развоју људског друштва;
- поседују свест о повезаности појава из прошлости са појавама из садашњости;
- разумеју да национална историја представља саставни део регионалне, европске и глобалне историје;
- развијају истраживачки дух и критички однос према прошлости самосталном анализом различитих историјских извора и литературе, и проналажењем и систематизовањем стечених информација;
- буду оспособљени за проналажење, прикупљање и коришћење информација датих у различитим симболичким модалитетима (историјске карте, графикони, табеле, и др.), и њихово повезивање са претходним историјским знањем;
- буду оспособљени да препознају различита тумачења истих историјских догађаја;
- повезују стечена знања и вештине са садржајима сродних наставних предмета;
- буду оспособљени за примену стечених знања и практичних вештина у свакодневном животу;
- унапређују вештине неопходне за индивидуални и тимски рад (комуникативност, образлагање сопствених ставова, аргументовани дијалог, итд.);
- развијају одговорност, систематичност, прецизност и позитивни став према учењу;
- развијају свест о квалитету стеченог знања и потреби сталног усавршавања.

### I разред

(2 часа недељно, 70 часова годишње)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

#### УВОД

Историја као наука и наставни предмет; однос историје према другим наукама; историјски извори, рачунање времена, периодизација.

## ПРАИСТОРИЈА

Живот људи у праисторији; верска схватања и почеци ликовних уметности; праисторијска налазишта и културе на централном Балкану.

## СТАРИ ВЕК

### Друштво и државе Старог истока:

Појам Старог истока и географски услови тог подручја. Најзначајније државе и њихово друштвено и државно уређење.

### Друштво и државе старих Грка и Римљана:

Најстарија историја Грчке (Критско-микенско и Хомерско доба), Атина и Спарта, Грчко-персијски ратови, Пелопонески рат. Хеленизам – освајања Александра Великог и његово царство. Историја старог Рима у доба краљева, републике и царства – друштвени односи и државно уређење, освајања, Велика сеоба народа и пад Западног римског царства, Балканско полуострво под римском влашћу.

### Религија и културно наслеђе старог века:

Верска схватања народа Старог истока, Грка и Римљана; појава и ширење хришћанства. Култура и наука старог века и њихово наслеђе у савременом добу.

## СРЕДЊИ ВЕК

### Друштво, држава и култура

#### Велика сеоба народа:

Барбарске државе на територији некадашњег Западног римског царства (привреда, друштво и утицај римског наслеђа). Развој Франачке државе до средине IX века.

#### Особености развоја друштва и државе у западној Европи:

Натурална привреда и организација и врсте властелинских поседа. Феудална хијерархија. Основне одлике ранофеудалне државе – краљевски двор и дружине. Сталешка монархија као држава развијеног феудализма (на примеру Француске од XII до XV века). Друштвена и политичка улога средњовековних градова (примери италијанских градова – комуна).

#### Развој привреде у средњовековној Европи:

Промене на феудалном поседу; одвајање занатства од пољопривреде; обнова, развој и уређење градова.

#### Особености развоја друштва и државе у Византији:

Утицај римског наслеђа, покушај обнове Римског царства (Јустинијан), феудализација, значај хришћанства и Цркве, односи с Јужним Словенима и осталим народима Балкана.

#### Особености развоја исламског друштва и државе:

Ислам и стварање арабљанске државе, друштвено и државно уређење Калифата. Односи са Византијом и државама западне Европе. Распад Калифата и настанак нових муслиманских држава.

#### Средњовековне државе Источних и Западних Словена:

Примери Русије, Пољске, Чешке.

#### Религија и њен утицај на средњовековни свет:

Хришћанство, ислам и јудаизам као религије Европе и Средоземља. Хришћанска црква у западној Европи – улога папства, црквени редови, јереси, крсташки ратови. Црквени раскол 1054. године. Православна црква и њена улога и значај. Јудаизам и ислам.

#### Средњовековна култура:

Културне области и њихова обележја на простору Европе и Средоземља. Култура у западној Европи – Каролиншка ренесанса, витешка и градска култура, школе и универзитети, уметност. Византијска култура – хеленистичко и римско наслеђе, уметност, књижевност, ренесанса Палеолога. Исламско-арапска култура – наука, филозофија, књижевност и уметност.

#### Срби и њихово окружење у средњем веку:

Насељавање Словена на Балканском полуострву. Однос према староседеоцима и суседима. Насељавање Мађара и Бугара. Настанак првих српских држава. Покрштавање. Последице црквеног раскола. Српска држава у немањинком периоду – Стефан Немања, проглашење краљевства (Стефан Првовенчани) и стицање црквене самосталности (Свети Сава), успон и ширење Србије (Урош I, Милутин, Стефан Дечански), проглашење царства (Стефан Душан). Босна од XII до XIV века – богумилство, јачање државе (Стјепан II и Твртко I). Дубровник – друштвено и државно уређење.

#### Српска средњовековна култура:

Књижевност, уметност, културне везе са суседима, значајни културно-историјски споменици.

#### Срби и остали балкански народи у борби против Османлија:

Слабење балканских држава (Србије, Византије, Бугарске и Босне) у другој половини XIV века. Турци Османлије и њихова прва освајања, Маричка битка и бој на Косову, пад Бугарске, Српска деспотовина; Босна у XV веку, пад Србије, Босне, Херцеговине и Зете; последице османлијских освајања.

## НОВИ ВЕК

### Европа у периоду од XVI до XVIII века

#### Развој привреде, друштва и државе од краја XV до краја XVIII века:

Велика географска открића и њихов утицај на европску привреду. Мануфактурна производња, пораст трговине и развој банкарства. Апсолутистичка монархија, просвећени апсолутизам.

#### Културне и верске прилике у Европи:

Хуманизам и ренесанса – развитак уметности и науке. Реформација у Немачкој; калвинизам; особености реформације у Енглеској и скандинавским земљама. Реформација у Хабзбуршкој монархији. Противреформација (католичка реакција) у Европи. Просветитељство; развој природних и друштвених наука.

### Европа и свет од краја XVIII до средине XIX века

#### Развој привреде, друштва и државе од краја XVIII до средине XIX века:

Индустријска револуција и њене последице у привреди и друштву; промене у саобраћају и трговини; економски либерализам; борба за превласт на светском тржишту. Појава и развој радничког покрета.

#### Грађанске револуције и појава нације:

Уставност и начела поделе власти. Особености револуција у појединим земљама (Низоземска, Енглеска, Северна Америка, Француска). Економски, друштвени и културни корени настанка модерних нација.

### Срби и њихово окружење од XVI до средине XIX века

#### Срби и суседни народи под османлијском влашћу и стварање националних држава:

Државно и друштвено уређење Османског царства – положај српског народа; облици отпора османској власти; улога Пећке патријаршије у историји српског народа; учешће српског народа у ратовима хришћанских сила против Османлија од XVI до XVIII века; буна против дахија и ток Првог српског устанка; организација устаничке државе. Други српски устанак – ток устанка, борба за добијање аутономије. Владавина кнеза Милоша и уређење Кнежевине Србије (Срегењски устав, укидање феудализма). Уставобранитељи и њихова владавина. Црна Гора – настанак државе (Петар I, Петар II и Данило Петровић Његош). Национални покрети суседних народа (Грка, Румуна, Бугара, итд.).

#### Срби под влашћу Хабзбурговаца и Млечана:

Српски народ на просторима Војне крајине, цивилне Хрватске и Славоније; Срби у Далмацији од XVI до XVIII века; Босански пашалук од XVI до XVIII века; сеобе Срба, Карловачка митрополија и њена улога у историји српског народа.

## II разред

(2 часа недељно, 70 часова годишње)

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### Свет у другој половини XIX и почетком XX века

#### Друштвено-економске и културне прилике:

Економски напредак; друга индустријска револуција. Пораст националног богатства у развијеним земљама, друштвено раслојавање, грађанске и радничке политичке странке. Опште одлике културе.



## Међународни односи:

Интересне сфере великих сила и подела колонија у Азији и Африци. Формирање политичких и војних савеза и међународне кризе.

## Србија, Црна Гора и њихови суседи у другој половини XIX и почетком XX века

### Србија у другој половини XIX и почетком XX века:

Друга владавина Милоша и Михаила Обреновића, намесништво и устав из 1869. године; владавина Милана Обреновића, ослободилачки ратови 1876–1878. године и стицање независности; проглашење краљевине, настанак модерних политичких странака, Тимочка буна 1883. године, српско-бугарски рат 1885. године, владавина Александра Обреновића; Мајски преврат и успон демократије (Петар I Карађорђевић). Културне прилике и привредни развој крајем XIX и почетком XX века.

### Црна Гора у другој половини XIX и почетком XX века:

Ослободилачки рат 1876–1878. године и стицање независности; апсолутизам књаза Николе Петровића; устав из 1905. године и страначке борбе, проглашење краљевине.

### Срби у Аустроугарској у другој половини XIX и почетком XX века:

Аустро-угарска нагодба и њене последице; покрет Светозара Милетића и црквено-школска аутономија; положај Срба у Војној крајини, цивилној Хрватској и Славонији. Хрватско-српска коалиција. Босна и Херцеговина под аустроугарском влашћу – окупациони режим, национални односи, аграрно питање, анексија.

### Балкански ратови:

Супротности између балканских држава; Балкански савез; Први и Други балкански рат и њихов историјски значај.

## Први светски рат и револуције у Русији и Европи

### Први светски рат:

Карактер рата и главни фронтови, ток рата и најзначајније битке; Фебруарска и Октобарска револуција у Русији; револуције у Немачкој и Мађарској. Распад царстава. Србија и Црна Гора у рату (Церска, Колубарска и Мојковачка битка, Солунски фронт); југословенска идеја (Нишка, Крфска и Женевска декларација); проглашење Краљевине СХС.

## Свет између два светска рата

### Друштвене, политичке, привредне и културне прилике:

Друштвене прилике и превирања, криза демократије и појава тоталитарних идеја (комунизам, фашизам и нацизам); раднички покрет; прилике у СССР-у; модернизација привреде; велика економска криза и модели њеног решавања. Основне одлике развоја културе.

### Међународни односи:

Победничке и поражене земље; Друштво народа; заоштравање међународних односа; грађански рат у Шпанији, аншлус Аустројје, Минхенски споразум, пакт Рибентроп – Молотов.

### Југославија између два светска рата:

Конституисање Краљевине СХС и Видовдански устав; политичке, економске и културне прилике, национално питање; лични режим краља Александра и устав из 1931. године; намеснички режим – влада Милана Стојадиновића, стварање Бановине Хрватске и влада Цветковић – Мачек (1939); спољна политика југословенске државе.

## Други светски рат

### Свет у Другом светском рату:

Карактер рата и главни фронтови; победе сила осовине у првој фази рата; образовање Антифашистичке коалиције; прекретнице у рату (Стаљинград и Ел Аламејн). Геноцид, Холокауст и концентрациони логори. Покрети отпора у Европи. Савезничке конференције (Техеран, Јалта, Потсдам); супротности међу савезничким силама.

### Југославија у Другом светском рату:

Приступање Тројном пакту и војни пуч 27. марта 1941., Априлски рат и војни слом, окупација, деоба територија и квислиншки режими, Независна Држава Хрватска и политика геноцида над Србима, Јеврејима и Ромима; устанци и организовани

покрети отпора, револуционарно освајање власти, грађански рат, најзначајније војне операције, савезничка политика према Југославији, основи новог државног уређења, завршне операције за ослобођење југословенског простора, жртве рата и допринос савезничкој победи.

## Свет и Југославија после Другог светског рата

### Друштвене, политичке и привредне прилике:

Промена односа снага међу великим силама, хладни рат; стварање блокова; Улога ОУН у очувању мира, антиколонијални покрети; Покрет несврстаних. Свет у савременом добу – распад СССР, нестанак Источног блока, ЕУ, глобализација, научно-технолошка револуција.

### Југославија после Другог светског рата:

Настанак југословенске федерације; политичке, економске и културне прилике; односи са Информбироом и Западом; улога Југославије у Покрету несврстаних; самоуправни концепт социјалистичког развоја, устав из 1974. године и дезинтеграција СФРЈ; положај српског народа изван република Србије и Црне Горе и сепарационистички ратови 1990-тих, настанак нових држава; демографске, економске и културне последице нестанка СФРЈ; питање АП Косово и Метохија и НАТО агресија на СРЈ; раздвајање Србије и Црне Горе.

## НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

Полазну тачку програма чине циљ и задаци предмета чија реализација треба да буде прилагођена узрасту и развојним карактеристикама ученика. Садржаје треба прилагођавати ученицима, како би најлакше и најбрже достигли наведени циљ. Наставник има слободу да сам одреди распоред и динамику активности за сваку тему, уважавајући циљ и задатке предмета.

Програм се може допунити садржајима из прошлости завичаја, чиме се код ученика постиже јаснија представа о историјској и културној баштини у њиховом крају (археолошка налазишта, културно-историјски споменици, музејске збирке, итд.).

Важно је искористити велике могућности које историја као наративни предмет пружа у подстицању ученичке радозналости, која је у основи сваког сазнања. Наставни садржаји треба да буду представљени као прича богата информацијама и детаљима, како би историјски догађаји, појаве и процеси били предочени јасно, детаљно и динамично. Настава би требало да помогне ученицима у стварању што јасније представе не само о томе шта се десило, већ и зашто се десило и какве су последице проистекле.

Посебно место у настави историје имају питања, она која поставља наставник ученицима, и она која долазе од ученика, подстакнута оним што су чули у учионици или што су сазнали ван ње, користећи различите изворе информација. Добро осмишљена питања наставника имају подстицајну функцију за развој историјског мишљења и критичке свести, како у фази утврђивања и систематизације градива, тако и у обради наставних садржаја. У зависности од циља који наставник жели да оствари, питања могу имати различите функције: фокусирање пажње на неки садржај или аспект, подстицање поређења, трагање за појашњењем, итд.

Пожељно је што више користити различите облике организоване активности ученика (индивидуални рад, рад у пару, рад у групи, радионице или домаћи задаци, као што су семинарски радови, презентације, самостални и групни пројекти).

Да би схватио догађаје из прошлости, ученик треба да их оживи у свом уму, у чему велику помоћ може пружити употреба различитих историјских текстова, карата и других извора историјских података (документарни и играни видео и дигитални материјали, музејски експонати, илустрације), обилажење културно-историјских споменика и посете установама културе. Коришћење историјских карата изузетно је важно јер омогућава ученицима да на очигледан и сликовит начин доживе простор на коме су се догађаји одвијали, олакшавајући им праћење промена на одређеној територији.

Требало би искористити и утицај наставе историје на развијање језичке и говорне културе (беседништва), будући да историјски садржаји богате и оплемењују језички фонд ученика. Неопходно је имати у виду интегративну функцију историје, која у образовном систему, где су знања подељена по наставним предметима, помаже ученицима да схвате повезаност и условљеност географских, економских и културних услова живота човека кроз простор и време. Требало би избегавати фрагментарно и изоловано учење историјских чињеница јер оно има најкраће трајање у памћењу и најслабији трансфер у стицању других знања и вештина.

Како би циљеви наставе историје били што потпуније остварени, препоручује се и примена дидактичког концепта мултиперспективности.

Одређене теме, по могућности, требало би реализовати са одговарајућим садржајима из сродних предмета, а посебну пажњу посветити оспособљавању ученика за ефикасно коришћење информационо-комуникационих технологија (употреба интернета, прављење Power point презентација, коришћење дигиталних аудио-визуелних материјала и израда реферата).

## ГЕОГРАФИЈА

### Циљ и задаци

**Циљ** наставе географије је развој географског логичког мишљења и стицање нових знања, вештина и ставова из области физичке и друштвене географије, географије света и националне географије Србије, неопходних за разумевање савремене светске стварности и развој моралних вредности, толеранције, поштовања и припадности мултиетничком, мултијезичком и мултикултуралном свету.

**Задаци** наставе географије су да ученици:

– унапређују стечена знања из географије и упознају методе проучавања природно-географских и друштвено-географских појава, процеса, објеката и законитости и њихову улогу у стварању географске средине;

– стичу нова знања о развоју географске средине као резултату деловања природних и друштвених појава и процеса;

– стичу нова знања о становништву, насељима и привреди Србије и њеном положају, месту и улози у савременом свету;

– упознају актуелну и комплексну географску стварност савременог света и развијају вредносне ставове неопходне за њихов живот и рад;

– развијају осећања социјалне припадности сопственој нацији и култури и доприносе очувању и неговању националног идентитета;

– развију свест о значају мултикултуралности и сарадње између припадника различитих група;

– анализирају и примењују нове информационо-комуникационе технологије у географији и уочавају њихов значај у географским сазнањима;

– развијају свест о значају одрживог развоја, заштити и очувању природне и животне средине;

– унапређују вештине и способности за проналажење, анализу, примену и саопштавање географских чињеница и законитости;

– унапређују вештине активног, функционалног и кооперативног учења и развијају мотивацију за самостално учење;

– развијају способности за учење и образовање током целог живота и укључивање у међународне и професионалне процесе.

– препознају и функционално користе корелацију између географије и других природних и друштвених наука.

### I разред

(2 часа недељно, 70 часова годишње)

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### I УВОД

1. Увод у географију (предмет, подела, задатак проучавања).

## II КАРТА, КАРТОГРАФСКИ МЕТОД У ГЕОГРАФИЈИ И ГИС

1. Увод у катрографију: настанак и развој аналогних географских карата.

2. Математичка основа географске карте; картографски метод у географији; подела карата према размеру, садржини и намени.

3. Развој дигиталне картографије; ГИС .

4. Основе ГИС-а и начин његовог коришћења.

## III ЗЕМЉА У СУНЧЕВОМ СИСТЕМУ

1. Космос; Сунчев систем.

2. Земља и остале планете у Сунчевом систему; Месец.

## IV УНУТРАШЊА ГРАЂА ЗЕМЉЕ И ГЕОЛОШКИ РАЗВОЈ ЗЕМЉИНЕ КОРЕ

1. Постанак и грађа Земље; ендегене силе.

2. Земљине сфере (унутрашње и спољашње); геолошки развој Земљине коре.

3. Грађа Земљине коре: стене и минерали.

## V РЕЉЕФ ЗЕМЉИНЕ ПОВРШИНЕ

1. Тектоника плоча и магматизам.

2. Вулканизам: вулкански облици, типови вулкана, поствулканске појаве, вулканске зоне на Земљи.

3. Тектонски покрети: епирогени (трансгресија и регресија) и орогени (тангенцијални и радијални).

4. Сеизмички покрети/земљотреси: класификација/порекло земљотреса; елементи земљотреса; мерење јачине земљотреса; трусне зоне на Земљи у Србији; методе предвиђања земљотреса.

5. Разоравање и распадање стена (физичко и хемијско) и ерозија тла.

6. Процес и облици абразије.

7. Процес и облици флувијалне/еречне ерозије и акумулације.

8. Процес и облици крашке ерозије и акумулације.

9. Процес и облици глацијалне/ледничке ерозије и акумулације.

10. Процес и облици еолске ерозије и акумулације.

## VI АТМОСФЕРА

1. Атмосфера: структура атмосфере, састав ваздуха, климатски елементи и њихов распоред на Земљи.

2. Општа циркулација атмосфере и ветрови (планетарни, периодични, локални).

3. Прогноза времена и заштита становништва од елементарних (природних) непогода.

4. Климатски појасеви на Земљи и основни типови климе, микроклима и клима градова.

5. Утицај човека на климу Земље (узроци и последице).

## VII ХИДРОСФЕРА

1. Светско море и особине морске воде (физичке и хемијске).

2. Кретање морске воде (таласи, морске струје, плима и осека), значај и заштита мора.

3. Воде на копну (подземне воде, издан и извори, термоминералне воде), значај и њихова заштита.

4. Реке и њихове основне хидролошке карактеристике, значај и њихова заштита.

5. Језера (начин постанка и подела), значај и њихова заштита.

6. Лед на копну; ледници – њихов економски и климатски значај (снежна граница, стални снег, лавине).

## VIII БИОСФЕРА

1. Земљиште (основни типови тла, заштита и унапређивање).

2. Опште одлике биосфере (хоризонтална и вертикална зоналност, заштита и унапређивање).

1. Одлике и фактори демографског развоја становништва на Земљи.
2. Распоред становништва на Земљи и густина насељености.
3. Структуре становништва (полна, старосна, расна, верска, етничка и језичка) на Земљи..
4. Културни и животни стандард становништва на Земљи.
5. Насеља: развој и подела; урбанизација (развој и последице) на Земљи.

## X ОСНОВНЕ ЕКОНОМСКО-ГЕОГРАФСКЕ ОДЛИКЕ СВЕТСКЕ ПРИВРЕДЕ

1. Глобализација и глобални процеси; нова научно-технолошка револуција.
2. Неравномерни развој светске привреде – основна противуречност савременог света.

### II разред

(2 часа недељно, 70 часова годишње)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

#### I ПОЛИТИЧКО-ГЕОГРАФСКЕ, ДЕМОГРАФСКЕ И ЕКОНОМСКО-ГЕОГРАФСКЕ ОДЛИКЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА СВЕТА

1. Савремена политичка карта света и типови држава.
2. Привредно развијени и неразвијени делови света.
3. Азија политичко-географска подела и демографске одлике.
4. Економско-географске одлике Азије; Јапан као носилац економског развоја.
5. Економски развој Далеког истока и његов значај; Кина: главне економско-географске одлике.
6. Африка политичко-географска подела, демографске одлике; египатска зона цивилизације.
7. Економско-географске одлике Африке и значај Африке у светској привреди (ЈАР, Египат, Нигерија).
8. Политичко-географска подела Англоамерике, демографске одлике; зоне цивилизације.
9. Главне економско-географске одлике Сједињених америчких држава и Канаде и њихов утицај на светску привреду и политику.
10. Латинска Америка, политичко-географска подела, демографске одлике; зоне цивилизације Астека и Инка.
11. Економско-географске одлике Латинске Америке и њена улога у светској привреди.
12. Аустралија и Океанија, политичко-географска подела, демографске одлике; зоне цивилизације.
13. Економско-географске одлике Аустралије и Океаније.
14. Европа, политичко-географска подела и зоне цивилизације.
15. Становништво Европе: природно и механичко кретање, структуре становништва.
16. Економско-географске одлике Европе и њен значај у светској привреди и политици.
17. Регионално-економске групације и тржишта Европе.
18. Европска унија: постанак, институције, функционисање, циљеви и географска усмереност.
19. Политичко-географске промене у Европи у другој половини XX и XXI века.
20. Руска федерација – главне економско-географске одлике и значај за светску привреду и политику.

#### II БАЛКАНСКО ПОЛУОСТРВО

1. Балканско полуострво: савремене друштвено-политичке промене, распад Југославије и стварање нових држава.
2. Становништво Балканског полуострва: природно и механичко кретање, структуре становништва.

1. Географски положај, границе и величина Републике Србије.

#### IV ПРИРОДНЕ ОДЛИКЕ СРБИЈЕ

1. Рељеф Републике Србије: геолошки састав и основне морфотектонске одлике.
2. Панонска област: Панонски басен и обод Панонског басена.
3. Планинска област: Рељеф планинске области и његове одлике.
4. Типови климе у Србији.
5. Реке и морски сливови Србије (црноморски, јадрански, егејски).
6. Језера, термоминерални извори и бање Србије: постанак, подела и географски размештај.
7. Економски значај вода; загађивање и заштита вода Србије.
8. Типови тла, ерозија земљишта, биљни и животињски свет у Србији (реликтне и ендемичне врсте), њихова заштита, очување и унапређивање.

#### V СТАНОВНИШТВО И НАСЕЉА СРБИЈЕ

1. Насељавање Србије и миграције.
2. Становништво Србије: број, густина насељености, природни прираштај; структуре становништва (полна, старосна, верска, етничка, језичка, образовна...).
3. Насеља: положај, типови и функционална класификација; гашење сеоских насеља на територији Србије.

#### VI ПРИВРЕДА СРБИЈЕ

1. Основне одлике привреде Србије (структура и привредне делатности).
2. Развој и значај пољопривреде у Србији и мере за унапређивање пољопривредне производње.
3. Индустија Србије (основне одлике индустрије).
4. Саобраћај (копнени, водени, ваздушни, ПТТ) и трговина (унутрашња, спољашња и биланси) у Србији.
5. Туризам, развој и значај (природни и друштвени фактори) у Србији.
6. Подела туризма у Србији (бањски, сеоски, планински и културно-манifestациони).

#### VII РЕГИОНАЛНЕ ЦЕЛИНЕ СРБИЈЕ

1. Војводина: географски положај; природне одлике; становништво и насеља; привредне одлике; најзначајнији привредни, управни, туристички и културни центри; културно-историјске знаменитости.
2. Шумадија: географски положај; природне одлике; становништво и насеља; привредне одлике; најзначајнији привредни, управни, туристички и културни центри; културно-историјске знаменитости.
3. Западна Србија: географски положај; природне одлике; становништво и насеља; привредне одлике; најзначајнији привредни, управни, туристички и културни центри; културно-историјске знаменитости.
4. Велико и Западно Поморавље: географски положај; природне одлике; становништво и насеља; привредне одлике; најзначајнији привредни, управни, туристички и културни центри; културно-историјске знаменитости.
5. Источна Србија: географски положај; природне одлике; становништво и насеља; привредне одлике; најзначајнији привредни, управни, туристички и културни центри; културно-историјске знаменитости.
6. Јужно Поморавље: географски положај; природне одлике; становништво и насеља; привредне одлике; најзначајнији привредни, управни, туристички и културни центри; културно-историјске знаменитости.
7. Старовлашко-Рашка висија: географски положај; природне одлике; становништво и насеља; привредне одлике; најзначајнији привредни, управни, туристички и културни центри; културно-историјске знаменитости.



8. Косово и Метохија: географски положај; природне одлике; становништво и насеља; привредне одлике; најзначајнији привредни, управни, туристички и културни центри; културно-историјске знаменитости.

## VIII СРБИ У БИВШИМ ЈУГОСЛОВЕНСКИМ РЕПУБЛИКАМА, ДРУГИМ СУСЕДНИМ ДРЖАВАМА И ДИЈАСПОРИ

1. Срби у бившим југословенским републикама, другим суседним државама и дијаспори

### НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

Програм наставе географије у математичкој гимназији конципиран је тако да омогућава ученицима проширивање и продубљивање стечених знања, умења и ставова о природној средини и друштвеној стварности Србије, и савременог света. Овај програм омогућава упознавање система географских научних дисциплина, места, улоге и значаја географије као науке у систему наука.

Приликом припреме програма пошло се од концепције програма географије за основну школу и од тога да гимназија представља продужетак општег образовања и васпитања.

Програм садржи наставне теме и садржаје без навођења оријентационог броја часова за реализацију. Слобода и креативност наставника испољиће се кроз: самостално планирање и одређивање броја и типова часова по наставној теми и избор наставних метода, техника, активности, дидактичких средстава и помагала. Напомињемо да је у настави географије неопходно коришћење географских карата на свим типовима часова и у свим облицима наставног рада, због чега смо наставну тему у вези са картографском проблематиком пребацили из другог у први разред. Поред географских карата потребно је користити табеле, дијаграме, схеме и остале дидактичке материјале који доприносе очигледности и трајности знања и умења.

Да би се што потпуније остварили циљ и задаци наставе географије, потребно је обезбедити максималну могућу корелацију са сродним предметима, а нарочито са наставним предметима који су, као и географија, означени као носиоци садржаја у планирању породице и популационој политици (биологија, психологија, филозофија, социологија) и обавезни изборни предмети (грађанско васпитање и веронаука).

У првом разреду гимназије изучава се картографија са физичком географијом, која се континуирано и систематизовано надовезује на наставно градиво које су ученици изучавали у основној школи. Зато је веома важно да приликом реализације програма у овом разреду, наставник добро упозна ниво знања из физичке географије са којим ученици долазе из основне школе, како би свој наставни рад прилагодио томе. Посебну пажњу у остваривању образовно-васпитних задатака програма географије у првом разреду треба обратити на неке физичко-географске садржаје из географије наше земље. Увек када то програм захтева, треба настојати да се одређени географски објекти, појаве и процеси објашњавају на примерима из наше земље или локалне средине у којој се школа налази. Садржину и структуру програма географије за други разред чине наставне теме које обухватају друштвено-географске одлике савременог света (Азија, Африка, Англоамерика, Латинска Америка, Аустралија и Океанија, Европа, Европска Унија, Руска Федерација), као и садржај националне географије Србије.

Савремена настава географије захтева стално усавршавање наставника проширивањем и надограђивањем њихових стручних и дидактичких знања и вештина, што доприноси квалитетнијем планирању и реализацији наставног рада. Ово је посебно карактеристично за географију као науку, у којој се скоро свакодневно откривају нова сазнања и дешавају озбиљни помаци у разумевању природних и друштвених процеса.

Географија као наука нуди садржаје који подстичу развој формално-логичког и хипотетско-дедуктивног начина размишљања. То нарочито важи за географско-логичко мишљење које омогућава разумевање појава, процеса и законитости при чему се варирањем одређених географских варијабли са сигурношћу може утврдити

која њихова комбинација доводи до неке географске чињенице. Учење географије као науке даје кључни подстицај за развој географског мишљења.

За ефикасно учење географије, као науке у гимназији, веома је важно развијање функционалне писмености (географске, картографске и информатичке), као и разумевање објеката, појава процеса и узрочно-последичних веза у геосистему. Неопходно је стицање знања о природним и друштвеним процесима и законитостима, као и идентификовање ученичких способности, вештина, талената и интересовања. Разумевањем географских појмова и њихове повезаности гради се систем појмова, чиме се остварује трајност знања које може да се примењује у новим ситуацијама. Важан део учења географије је стицање знања и умења за примену једноставних истраживања у школским условима.

Подносећамо наставнике да је у коришћењу уџбеника важан селективан приступ наставним садржајима. Такође, препоручује се наставницима да од ученика не захтевају меморисање фактографског и статистичког материјала јер то није циљ наставе географије. Стечена знања треба да буду примењива а ученици оспособљени да сами истражују и анализирају одређене географске појаве и процесе.

## ФИЗИКА

### Циљ и задаци

Циљ наставе 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.

Задаци наставе физике су да ученици:

- развијају функционалну писменост (природно-научна, математичка, информационо-технолошка);
- систематски стичу знања о физичким појавама и процесима;
- схвате појаве, процесе и односе у природи на основу физичких модела и теорија;
- развијају свест о значају експеримента у сазнавању, разумевању и проверавању физичких закона;
- стичу способност за уочавање, формулисање, анализирање и решавање проблема;
- развијају способност за примену стечених знања и за планирање и реализовање истраживања;
- развијају логичко и апстрактно мишљење и критички став у мишљењу;
- стичу знања о природним ресурсима, њиховој ограничености и одрживом коришћењу;
- развијају правилан однос према заштити, обнову и унапређивању животне средине;
- развијају радне навике, одговорност и потребу за целоживотним образовањем;
- формирају основу за даље образовање;
- кроз различите садржаје и облике рада, применом савремених методичких и дидактичких поступака у настави, реализују циљ наставе физике, као и циљеве образовања у целини.

### I разред

(4 часа недељно, 140 часова годишње)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

#### I УВОД

1. Предмет, методе и задаци физике. Веза физике са другим природним наукама и са технологијом. Физичке величине и физички закони. Научни метод у физици (експеримент, хипотеза, теорија)
2. Вектори и основне операције са векторима (сабирање вектора, множење вектора скаларом, разлагање вектора). Демонстрациони оглед:
  - Операције са векторима (помоћу динамометра на магнетној табли).

## II КРЕТАЊЕ

1. Механичко кретање, референтни систем, релативност кретања. Материјална тачка. Вектор положаја и померај. Путања и пут. Правoliniјско и криволинијско кретање. Равномерно и неравномерно кретање.

2. Средња брзина. Тренутна брзина. Закон слагања брзина.

3. Убрзање, тангенцијална и нормална компонента убрзања.

4. Равномерно и равномерно-променљиво правoliniјско кретање (зависности брзине и положаја од времена; веза брзине и пређеног пута).

5. Кретање са убрзањем  $g$ -вертикални, хоризонтални и коси хитац.

6. Равномерно кружно кретање материјалне тачке, центрипетално убрзање, период и фреквенција.

7. Равномерно-променљиво кружно кретање материјалне тачке.

8. Круто тело, трансляторно и ротационо кретање. Угаони померај, описани угао, угаона брзина, угаоно убрзање.

9. Аналогија кинематичких величина којима се описују трансляторно и ротационо кретање. Веза између угаоне и линијске брзине и веза угаоног и тангенцијалног убрзања произвољне тачке ротирајућег тела.

10. Равномерно и равномерно-променљиво ротационо кретање. Зависност угаоне брзине и описаног угла од времена.

Демонстрациони огледи:

– Равномерно и равномерно-убрзано кретање (помоћу колица, тегова и хронометра; помоћу цеви са ваздушним мехуром).

– Средња брзина, тренутна брзина и убрзање (помоћу дигиталног хронометра са сензорима положаја).

– Кружно кретање (центрифугална машина). Ротација тела (пут, брзина и убрзање).

Лабораторијске вежбе

– Проучавање равномерног и убрзаног кретања помоћу Атвудове машине и дигиталног хронометра са сензорима положаја.

– Одређивање тренутне брзине, тренутног убрзања и положаја тела на стрмој равни помоћу ултразвучног сензора.

## III ДИНАМИКА ТРАНСЛАЦИОНОГ КРЕТАЊА

1. Узајамно деловање тела – сила. Силе у механици (сила теже, сила затезања, сила притиска и сила реакције подлоге, сила потиска, сила отпора средине, еластична сила).

2. Маса и импулс.

3. Њутнови закони механике (Закон инерције, Закон акције и реакције и Основни закон динамике).

4. Трење. Силе трења мировања, клизања и котрљања.

5. Центрипетална сила. Силе код кружног кретања.

6. Инерцијални и неинерцијални референтни системи. Силе инерције.

Демонстрациони огледи:

– Други Њутнов закон (помоћу колица за различите силе и масе тегова).

– Галилејев експеримент (кретање куглице по жљебу, уз и низ струму равну).

– Трећи Њутнов закон (колица повезана опругом или динамометром).

– Сила трења на хоризонталној подлози и на стрмој равни са променљивим нагибом.

– Центрипетална сила (помоћу конца за који је везано неко мало тело, помоћу динамометра и диска који ротира).

Лабораторијске вежбе

– Провера II Њутновог закона.

– Одређивање коефицијента трења.

– Провера формуле за центрипеталну силу.

## IV ДИНАМИКА РОТАЦИОНОГ КРЕТАЊА КРУТОГ ТЕЛА

1. Момент силе. Момент инерције. Момент импулса.

2. Основни закон динамике ротације.

3. Спрег сила, момент спрега.

4. Ротација око слободне осе.

Демонстрациони огледи:

– Момент силе, момент инерције (Обербеков точак, обртни диск или слично).

Лабораторијска вежба

– Провера закона динамике ротације помоћу Обербековог точка.

## V РАВНОТЕЖА ТЕЛА

1. Статичка (стабилна, лабилна, индиферентна) и динамичка равнотежа.

2. Услови равнотеже.

Демонстрациони огледи:

– Демонстрација различитих врста равнотеже.

## VI ГРАВИТАЦИЈА

1. Кеплерови закони.

2. Њутнов закон гравитације.

3. Земљина тежа и убрзање слободног пада. Тежина тела, бестежинско стање.

4. Гравитационо поље. Јачина гравитационог поља.

Демонстрациони огледи:

– Тежина (тело окачено о динамометар); бестежинско стање.

– Слободан пад (Њутнова цев).

## VII ЗАКОНИ ОДРЖАЊА

1. Изолован систем. Закон одржања импулса (реактивно кретање, узмак). Центар масе и кретање центра масе.

2. Рад силе, позитиван и негативан рад. Снага.

3. Кинетичка енергија. Рад и промена кинетичке енергије.

4. Рад, снага и кинетичка енергија код ротационог кретања.

5. Конзервативне силе и потенцијална енергија.

6. Потенцијална енергија гравитационе интеракције, потенцијална енергија еластичне опруге. (II) Потенцијалне криве.

7. Закон одржања енергије у механици. Судари.

8. Закон одржања момента импулса. Извођење II Кеплеровог закона.

Демонстрациони огледи:

– Закон одржања импулса (помоћу колица са опругом, кретање колица са епруветом).

– Закон одржања енергије (модел „мртве петље”, Максвелов диск).

– Перкусиона машина.

– Закон одржања момента импулса (Прантлова столица).

Лабораторијска вежба

– Провера закона одржања енергије и импулса.

## VIII Четири двочасовна писмена задатка.

### II разред

(3 часа недељно, 105 часова годишње)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

## I МОЛЕКУЛСКО-КИНЕТИЧКА ТЕОРИЈА ГАСОВА

1. Молекули, кретање молекула. Расподела молекула гаса по брзинама. Мерење највероватније брзине молекула гаса. Дифузија. Средњи слободни пут молекула гаса.



2. Модел идеалног гаса. Притисак гаса. Температура.
3. Једначина стања идеалног гаса. Изопроцеси и гасни закони. Гасни термометар.

Демонстрациони огледи:

- Топлотно кретање молекула.
- Рејлијев оглед.
- Изотермски процеси.

Лабораторијска вежба

- Провера гасних закона.
- Одређивање димензија молекула Рејлијевим огледом.

## II ТЕРМОДИНАМИКА

1. Унутрашња енергија. Топлотна размена и количина топлоте. Рад при ширењу гаса.
2. Први принцип термодинамике. Примена I принципа термодинамике на изопроцесе у идеалном гасу. Топлотне капацитативности. Адијабатски процес.
3. Повратни и неповратни процеси. Други принцип термодинамике. Статистички смисао II принципа. Ентропија.
4. Основни принцип топлотних мотора и уређаја за хлађење. Коefицијент корисног дејства. Карноов циклус.

Демонстрациони огледи:

- Адијабатски процеси (компресија, експанзија).
- Статистичка расподела (Галтонова даска).

Лабораторијска вежба

- Одређивање Поасонове константе.

## III ОСНОВИ ДИНАМИКЕ ФЛУИДА

1. Физички параметри идеалног флуида при кретању. Једначина континуитета.
2. Бернулијева једначина. Примене Бернулијеве једначине.

Демонстрациони огледи:

- Бернулијева једначина (Вертикална сонда, Питоова цев, Прантлова цев, Бернулијева цев).
- Магнусов ефекат.

Лабораторијска вежба

- Проверавање Бернулијеве једначине.

## IV МОЛЕКУЛСКЕ СИЛЕ И АГРЕГАТНА СТАЊА

1. Молекулске силе. Топлотно ширење чврстих тела и течности.
2. Структура чврстих тела (кристали). Еластичност чврстих тела, Хуков закон.
3. Вискозност у течности, Њутнов и Стоксов закон, ламинарно и турбулентно струјање. Површински напон течности и капиларност.
4. Испаравање и кондензовање, zasiћена пара, кључање. Топљење и очвршћавање. Испаравање кристала и сублимација. Дијаграми прелаза. Влажност ваздуха.
5. Промене унутрашње енергије при фазним прелазима. Једначина топлотног баланса.

Демонстрациони огледи:

- Топлотно ширење метала и гасова.
- Врсте еластичности, пластичност.
- Капиларне појаве. Површински напон (рампови са опном од сапунице и други начини).
- Кључање на сниженом притиску.
- Модели кристалних решетки.

- Температура при топљењу и кристализацији (натријум тио сулфат).
- Испаравање и кондензација.
- Дифузија гасова.

Лабораторијске вежбе:

- Одређивање модула еластичности жице.
- Мерење коефицијента површинског напона.
- Одређивање коефицијента вискозности.

## V ЕЛЕКТРОСТАТИКА

1. Кулонов закон. Јачина електричног поља. Линије силе. Електрични флуks. Гаусова теорема и њене примене за израчунавање јачине поља.
2. Потенцијална енергија електростатичке интеракције. Рад у електричном пољу. Потенцијал поља и електрични напон. Еквипотенцијалне површи. Веза јачине поља и потенцијала.
3. Проводник у електричном пољу. Електростатичка заштита.
4. Електрични дипол, деловање електричног поља на дипол. Диелектрик у електричном пољу. (P) Јачина поља у диелектрику.
5. Електрична капацитативност. Кондензатори и њихово везивање. Енергија електричног поља у кондензатору. Запреминска густина енергије електричног поља.

Демонстрациони огледи:

- Наелектрисавање тела.
- Линије сила код електростатичког поља.
- Линије електричног поља (електролитичка када).
- Еквипотенцијалност металне површине, електрични ветар.
- Фарадејев кавез.
- Електрична капацитативност проводника (зависност од величине и присуства других тела).
- Зависност капацитативности од геометрије плоча кондензатора и од диелектрика (електрометар, расклопни кондензатор).

## VI СТАЛНА ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА

1. Извори електричне струје и електромоторна сила. Јачина и густина струје.
2. Омов закон за проводник. Електрична отпорност проводника, везивање отпорника.
3. Џул-Ленцов закон. Омов закон за коло. Кирхофова правила.
4. Електрична проводљивост метала. Омов и Џулов закон на основу електронске теорије проводљивости метала. Контактни потенцијали. Термоелектричне појаве.
5. Електрична струја у електролитима. Омов закон и проводљивост електролита. Фарадејеви закони електролизе.
6. Термоелектронска емисија. Катодна цев.
7. Електрична струја у гасовима. Врсте пражњења у гасовима. Плазма.

Демонстрациони огледи:

- Омов закон за део и за цело струјно коло.
- Електрична проводљивост електролита.
- Џулов закон.
- Струја у течности и гасу.
- Електрична отпорност проводника.
- Пражњење у гасу при снижавању притиска гаса.

Лабораторијске вежбе:

- Мерење отпора Витстоновим мостом.
- Одређивање електромоторне силе и унутрашњег отпора извора струје.
- Електролиза воде.

## VII ТРИ ДВОЧАСОВНА ПИСМЕНА ЗАДАТКА

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### I МАГНЕТНО ПОЉЕ

1. Магнетно поље струјног проводника. Магнетна индукција и јачина магнетног поља. Линије поља и магнетни флуks.

2. Лоренцова сила. Кретање наелектрисаних честица у магнетном и електричном пољу. Одређивање специфичног наелектрисања честица, циклотрон, Холов ефекат. Магнетна интеракција наелектрисања у кретању.

3. Амперова сила. Узајамно деловање два паралелна праволинијска струјна проводника. Деловање магнетног поља на проводни рам (принцип рада електричних инструмената).

4. Магнетници. Магнетни момент атома, дијамагнетици и парамагнетици. Феромагнетици. Магнетно поље у супстанцији.

Демонстрациони огледи:

- Ерстедов оглед.
- Интеракција два паралелна струјна проводника.
- Деловање магнетног поља на електронски сноп.
- Деловање магнетног поља на рам са струјом.
- Лоренцова сила.

Лабораторијска вежба

- Рад са осцилоскопом (магнетни хистерезис).
- Одређивање хоризонталне компоненте Земљиног магнетног поља.

### II ЕЛЕКТРОМАГНЕТНА ИНДУКЦИЈА

1. Појава електромагнетне индукције. Електромагнетна индукција и Лоренцова сила. Индуковање ЕМС у непокретном проводнику.

2. Фарадејев закон и Ленцово правило. (II) Електромагнетна индукција и закон одржања енергије.

3. Узајамна индукција и самоиндукција. Енергија магнетног поља у солениду. Запреминска густина енергије магнетног поља.

Демонстрациони огледи:

- Појава електромагнетне индукције (помоћу магнета, калема и галванометра).
- Ленцово правило.

### III НАИЗМЕНИЧНА СТРУЈА

1. Генератор наизменичне струје. Синусоидални напон и струја.

2. Отпорности у колу наизменичне струје и Омов закон за RLC коло.

3. Снага наизменичне струје. Ефективне вредности напона и струје.

4. Одређивање карактеристичних величина у колима наизменичне струје помоћу комплексних бројева

5. Трансформатор . Пренос електричне енергије на даљину. Појам о трофазној струји.

Демонстрациони огледи:

- Својства активне и реактивне отпорности.
- Демонстрациони трансформатор.

Лабораторијске вежбе:

- Напони у RLC-колу.
- Активна и реактивна снага

### IV ХАРМОНИЈСКЕ ОСЦИЛАЦИЈЕ

1. Механички хармонијски осцилатор и величине којима се описује његово кретање. Енергија хармонијског осцилатора.

2. Математичко и физичко клатно.

3. Слагање осцилација. Разлагање кретања на хармоне, спектар.

4. Пригушене осцилације. Принудне осцилације, резонанција.

5. Електрично осцилаторно коло.

Демонстрациони огледи:

- Осциловање тега на опрузи.
- Математичко клатно.
- Сложено клатно.
- Хармонијске осцилације (методом сенке).
- Пригушене осцилације.
- Појава резонанције.

Лабораторијска вежба:

- Математичко, торзионо и физичко клатно.
- Одређивање момента инерције.
- Пригушене осцилације.

### V МЕХАНИЧКИ ТАЛАСИ

1. Таласно кретање и појмови који га дефинишу. Врсте таласа. Једначина таласа.

2. Енергија и интензитет таласа. Одбијање и преламање таласа.

3. Принцип суперпозиције. Прогресивни и стојећи таласи.

Демонстрациони огледи:

- Врсте таласа (помоћу таласне машине или водене каде).
- Одбијање и преламање таласа (помоћу водене каде или WSP уређаја).

### VI АКУСТИКА

1. Извори и карактеристике звука. Музичке скале. Пријемници звука, ухо. Инфразвук и ултразвук и њихове примене.

2. Доплеров ефекат. Ударни талас.

Демонстрациони огледи:

- Својства звучних извора (монокорд, звучне виљушке, музички инструменти и сл.). Звучна резонанција.

Лабораторијске вежбе:

- Мерење брзине звука у ваздуху.
- Резонанција ваздушног стуба у цеви (одређивање фреквенције).

### VII ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИ ТАЛАСИ

1. Настајање и основне карактеристике електромагнетних таласа. Спектар електромагнетних таласа.

2. Енергија и интензитет електромагнетних таласа.

3. Ефекат стаклене баште, озонске рупе. Примена ЕМ таласа у телекомуникацијама, медицини.

Демонстрациони огледи:

- Херцови огледи.
- Рад појачавача звука.

### VIII ТАЛАСНА ОПТИКА

1. Интерференција светлости. Јунгов оглед и други примери интерференције. Мајкелсонов интерферометар и друге примене интерференције.

2. Дифракција светлости на пукотини. Дифракциона решетка. Разлагање полихроматске светлости. Појам о дифракцији X-зрака.

3. Поларизација таласа. Поларизација светлости при проласку кроз кристале и при одбијању и преламању (Малусов и Брустеров закон). Двојно преламање. Обртање равни поларизације.

4. Дисперзија светлости (нормална и аномална). Разлагање беле светлости на компоненте. Расејање и апсорпција светлости.
5. Доплеров ефекат у оптици.

Демонстрациони огледи:

- Интерференција ласерске светлости на Френеловој бипризми.
- Дифракција ласерске светлости на оштрој ивици, пукотини и нити.
- Поларизација светлости помоћу поларизационих филтера.
- Дисперзија беле светлости помоћу стаклене призме.
- Спектар светлости монитора.

Лабораторијска вежба:

- Мерење таласне дужине дифракционом решетком.

## IX ГЕОМЕТРИЈСКА ОПТИКА

1. Мерење брзине светлости.
2. Закони одбијања и преламања светлости. Тотална рефлексија, оптички каблови. Преламање светлости кроз призму и план-паралелну плочу. Дуга.
3. Сферна огледала. Једначина огледала.
4. Сочива. Једначине сочива. Недостаци сочива.

Демонстрациони огледи:

- Закони геометријске оптике. Тотална рефлексија (оптика на магнетној табли).
- Формирање ликова и одређивање жижне даљине огледала и сочива (магнетна табла и оптичка клупа).

Лабораторијске вежбе:

- Одређивање индекса преламања планпаралелне плоче.

## X ОПТИЧКИ ИНСТРУМЕНТИ

1. Основни појмови (видни угао, увећање). Око. Лупа. Микроскоп. Телескоп. Спектрални апарати.

Демонстрациони огледи:

- Принцип рада оптичких инструмената.
- Око и корекције кратковидости и далековидости ока (оптика на магнетној табли).

Лабораторијска вежба

- Одређивање увећања микроскопа.

## XI ФОТОМЕТРИЈА

1. Објективне и субјективне фотометријске величине и закони. Фотометри.

Лабораторијска вежба

- Провера фотометријских закона.

## XII ЧЕТИРИ ДВОЧАСОВНА ПИСМЕНА ЗАДАТКА

### IV разред

(4 часа недељно, 124 часа годишње)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

#### I РЕЛАТИВИСТИЧКА ФИЗИКА

1. Основни постулати специјалне теорије релативности. Лоренцове трансформације координата. Релативистички закон сабирања брзина.
2. Релативистички карактер времена и дужине. Гранични карактер брзине светлости.

3. Инваријантност интервала.

4. Релативистички импулс и енергија. Везе између релативистичког импулса, кинетичке енергије, енергије мировања и укупне енергије. Унутрашња енергија. Закон одржања масе и енергије.

5. Појам о општој теорији релативности.

#### II КВАНТНА ПРИРОДА ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ЗРАЧЕЊА

1. Топлотно зрачење. Закони зрачења апсолутно црног тела. Планкова хипотеза.

2. Фотоелектрични ефекат. Ајнштајнова једначина фотоэффекта.

3. Квантна природа светлости. Маса и импулс фотона. Прилисак светлости. Комптонов ефекат. Корпускуларно-таласни дуализам светлости.

Демонстрациони оглед:

- Фотоэффект (помоћу фотоћелије).

#### III ТАЛАСНА СВОЈСТВА ЧЕСТИЦА И ПОЈАМ О КВАНТНОЈ МЕХАНИЦИ

1. Честично-таласни дуализам. Де Бројева хипотеза. Дифракција електрона. Електронски микроскоп.

2. Хајзенбергове релације неодређености.

3. Појам о Шредингеровој једначини. Таласне функције и сопствене енергије.

4. Кретање слободне честице. Честица у потенцијалној јами. Квантни линеарни хармонијски осцилатор. Пролаз кроз потенцијалну баријеру.

#### IV КВАНТНА ТЕОРИЈА АТОМА

1. Радерфордов модел атома. Дискретни спектар атома водоника. Борови постулати и Боров модел атома водониковог топа. (II) Франк-Херцов оглед.

2. Квантно-механичка теорија атома: главни, споредни и магнетни квантни број. Физички смисао „боровских орбита“. Спин електрона. Штерн-Герлахов оглед.

3. Вишеелектронски атоми и Паулијев принцип. Структура периодног система елемената.

4. Закочно и карактеристично рендгенско зрачење.

Лабораторијске вежбе:

- Калибрација спектроскопа и идентификација водониковог спектра.

- Одређивање Ридбергове константе (помоћу водоникове лампе и дифракционе решетке).

#### V МОЛЕКУЛСКА СТРУКТУРА И СПЕКТРИ

1. Основне карактеристике хемијских веза (јонске и ковалентне). Молекулски спектри.

#### VI ФИЗИКА ЧВРСТОГ СТАЊА

1. Зонска теорија кристала. Енергијске зоне у чврстом телу. Зонски модели метала и диелектрика.

2. Расподела слободних електрона по енергијама у металу. Основе квантне теорије проводљивости метала. Појам фонона, фотон-фонон интеракција. Суперпроводљивост.

3. Полупроводници. Сопствена и примесна проводљивост. Полупроводници р и n-типа и полупроводнички р-n спој. Полупроводничке диоде, транзистори и фотоотпорници.

Демонстрациони огледи:

- Диоде. Фотопроводници. Грецов спој.
- Транзистор као прекидач и као појачавач.
- Мајснеров ефекат.

## Лабораторијске вежбе

- Струјно-напонска карактеристика диоде. (силицијумске, ЛЕД и Зенерове)
- Струјно-напонске карактеристике транзистора.
- Одређивање Планкове константе (помоћу ЛЕД диоде).

## VII ИНДУКОВАНО ЗРАЧЕЊЕ И ЛАСЕРИ

1. Луминисценција. Квантни прелаз: спонтана емисија, апсорпција и стимулисана емисија зрачења.
2. Основни принцип рада ласера. Врсте ласера. Карактеристике ласерског зрачења.
3. Примене ласера. Холографија.

## Лабораторијска вежба

- Одређивање угла дивергенције ласерског снопа.

## VIII ФИЗИКА АТОМСКОГ ЈЕЗГРА

1. Структура језгра. Карактеристике језгра. Дефект масе и енергија везе. Нуклеарне силе. Модели језгра.
2. Природна радиоактивност. Алфа, бета и гама распад.
3. Закон радиоактивног распада. Активност радиоактивног извора. Радиоактивни нивои и радиоактивна равнотежа.
4. Интеракција радиоактивног зрачења са супстанцијом. Детекција зрачења. Дозиметрија и заштита од зрачења.
5. Вештачка радиоактивност. Општа својства нуклеарних реакција. Примери реакција (откриће протона и неутрона, интеракције неутрона са језгром, трансуранијски елементи).
6. Акцелератори честица.
7. Нуклеарна енергетика. Фисија. Нуклеарни реактори. Реакције фузије на звездама. Конфинирање плазме. Нуклеарне и термонуклеарне бомбе.

## Демонстрациони оглед:

- Детекција радиоактивног зрачења.
- Статистичка природа радиоактивног зрачења.

## Лабораторијске вежбе

- Мерење радиоактивног фона.

## IX ФИЗИКА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧЕСТИЦА

1. Класификација елементарних честица. Основне интеракције између честица. Честице и античестице. Кваркови.
2. Космичко зрачење.

## X ОДАБРАНЕ ТЕМЕ ИЗ САВРЕМЕНЕ ФИЗИКЕ (Р)

Актуелне теме из савремених физичких истраживања (теоријских или експерименталних). Број и избор тема је слободан, у складу са тренутним интересовањем ученика и могућностима реализације (нанофизика, фотоника, квантна информатика, истраживања у ЦЕРН-у, високотемпературска суперпроводљивост, итд.).

## XI ПРИМЕНА ДИФЕРЕНЦИЈАЛНОГ И ИНТЕГРАЛНОГ РАЧУНА У ФИЗИЦИ (П)

Одабрани примери (према слободном избору наставника) који ће послужити систематизацији градива сва четири разреда и дати ученицима адекватну слику о математичком приказу појмова и закона у класичној теоријској физици.

## XII Четири двочасовна писмена задатка.

### НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

*Полазна опредељења при конципирању програма физике*

Наставни програм физике у математичкој гимназији садржајно се готово не разликује од програма у гимназији

природно-математичког смера. Основна разлика је у нивоу обраде појединих тема, а само мали део садржаја је незнатно проширен.

Ученици треба да науче основне 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. Они треба да развијају своје интересовање и таленат за природне науке и да стекну добру основу за даље школовање на разним факултетима.

Треба имати у виду да су у гимназијским програмима редефинисани циљеви и задаци како би програми били прилагођени савременим научним и технолошким захтевима, као и савременим методичким и дидактичким поступцима, а наставни процес у складу са принципима, циљевима и општим исходима образовања.

У конципирању програма узета је у обзир и способност ученика да логички и критички размишљају и примењују одговарајући математички апарат у анализи физичких феномена.

Наведена полазна опредељења утицала су на избор програмских садржаја и наставних метода које укључују логичко закључивање, велики број демонстрационих огледа и лабораторијских вежби, и истраживачки рад ученика.

### 1. Избор програмских садржаја

Из физике као научне дисциплине одабрани су они садржаји које на одређеном нивоу могу да усвоје сви ученици Математичке гимназије. То су у прва три разреда садржаји из класичне физике, док комплетан програм четвртог разреда обухвата садржаје савремене физике. При томе је узето у обзир да класична физика проучава појаве које су доступне чулима па се лакше могу разумети и прихватити, док изучавање садржаја савремене физике захтева виши степен апстрактног мишљења и коришћење сложеног математичког апарата који ученици могу да користе тек у четвртог разреда гимназије.

Програм даје и могућност слободног избора неколико тема из модерне физике у четвртог разреда, када су ученици и заинтересовани и довољно оспособљени проучавање и разумевање сложенијих научних садржаја и проблема.

Предвиђена је и могућност да се у четвртог разреда уради преглед неких садржаја класичне физике који су рађени у прва три разреда, али са строжијим математичким приступом. У другом полугодишту четвртог разреда ученици знају изводе, интеграле, диференцијалне једначине, све облике множења вектора, итд., па ће разумети математички прецизне дефиниције физичких величина и формулације физичких закона. Тако ће им они бити једноставнији и јаснији, а стећи ће и праву представу о примени математике у теоријској физици. Овакав преглед појмова и закона послужиће и као добра припрема матураната за физику какву ће учити на факултетима.

### 2. Избор метода логичког закључивања

Програм предвиђа коришћење разних метода логичког закључивања које су иначе присутни у физици као научној дисциплини (индуктивни, дедуктивни, закључивање по аналогји, итд.). Наставник сам треба да одабере најпогоднији приступ у обради сваке конкретне теме у складу са потребама и могућностима ученика, као и наставним средствима којима располаже.

На садржајима програма може се у потпуности илустровати суштина методологије истраживачког приступа у физици и другим природним наукама: посматрање појаве, уочавање битних својстава система на којима се појава одвија, занемаривање мање значајних својстава и параметара система, мерење у циљу проналажења међузависности одабраних величина, планирање нових експеримената ради прецизнијег утврђивања тражених односа, формулисање физичких закона. У неким случајевима методички је целисходно увођење дедуктивне методе у наставу (нпр.: показати како из закона одржања следе неки мање општи физички закони, и сл.).

### 3. Демонстрациони огледи

Демонстрациони огледи чине саставни део редовне наставе физике. У многим случајевима они могу бити једноставни и ефектни, не захтевају сложено и скупу опрему. Такви огледи су



интересантни и инспиративни за ученике, они их радо и сами изводе (индивидуално или у групама), анализирају, обогаћују, осмишљавају нове користећи предмете које имају у кући или школи. Тако лакше усвајају знање, развијају креативност и истраживачки приступ у природним наукама.

Треба свакако користити и сложеније уређаје и комплете специјално прављене за демонстрационе огледе у школама, данас постоји широк избор таквих учила на тржишту. У садржајима је дат предлог конкретних демонстрационих огледа, али се, према расположивој опреми, могу користити и други.

У настави свакако треба користити и рачунаре (симулације експеримената и појава, лабораторијске вежбе и обрада резултата мерења, моделирање, самостални пројекти ученика у облику семинарских радова, и сл.).

### Начин презентовања програма

Садржаји у сва четири разреда су подељени на одређени број тематских целина. Свака од тематских целина садржи одређени број тема.

Програмски садржаји доследно су приказани у форми која задовољава основне методске захтеве наставе физике:

– поступност (од простијег ка сложенијем) при упознавању нових појмова и формулисању закона;

– очигледност при излагању наставних садржаја (уз сваку тематску целину побројано је више демонстрационих огледа, могу се користити и други који нису експлицитно наведени, а треба користити и симулације);

– повезаност наставних садржаја (хоризонтална и вертикална).

Програм предвиђа да се унутар сваке веће тематске целине, после поступног и аналитичног излагања појединачних наставних садржаја, кроз систематизацију и обнављање изложеног градива, изврши синтеза битних чињеница и закључака и да се кроз њихово обнављање омогући да их ученици у потпуности разумеју и трајно усвоје. Поред тога, сваку тематску целину требало би започети обнављањем одговарајућег дела градива из претходног разреда или из основне школе. Тиме се постиже и вертикално повезивање наставних садржаја. Веома је важно да се кроз рад води рачуна о овом захтеву програма јер се тиме наглашава чињеница да су у физици све области међусобно повезане и омогућава се да ученик сагледа физику као кохерентну научну дисциплину у којој се почетак проучавања нове појаве наслања на резултате проучавања неких претходних.

Редослед проучавања појединих тема није обавезујући. Наставник може прерасподелити садржаје према својој процени.

### Нивои образовно-васпитног рада

У садржајима програма није дат оријентациони број часова предвиђених за обраду наставних тема, обнављање градива и лабораторијске вежбе. То би могао бити увод у наставни процес у коме ће наставник, на основу дефинисаних циљева и задатака предмета, исхода и стандарда знања, самостално планирати број часова обраде и утврђивања.

### Први ниво: обавештеност

Обавештеност као ниво образовно-васпитних захтева изискује да ученик може да се сети – репродукује оно што је учио: термине, специфичне чињенице, методе и поступке, опште појмове, принципе (законе) или теорије. Значи, од ученика се очекује да градиво које је учио само познаје: да може да га искаже, исприча, опише, наведе и сл., тј. да може да га репродукује у битно неизмењеном облику.

### Други ниво: разумевање

Разумевање као ниво образовно-васпитних захтева изискује да ученик буде оспособљен да градиво које је учио реорганизује: да одређене чињенице, појмове и принципе (законе) објасни, анализира, доведе у нове везе, које нису биле непосредно дате у градиву.

Разумевање као образовно-васпитни ниво подразумева и претходни ниво – обавештеност. Уколико се овде градиво интерпретира, онда се то чини не у форми у којој је било претходно дато, већ у реорганизованом, тј. у битно измењеном облику.

### Трећи ниво: примена

Примена као ниво образовно-васпитних захтева изискује да ученик буде оспособљен да одређена знања, принципе (законе), теорије или опште методе примењује у решавању проблема и задатака.

Овде је реч о примени оног што се зна и разуме у решавању нових проблема (задатака), а не о његовом јединственом, репродуктивном коришћењу у појединим ситуацијама. Примена као највиши образовно-васпитни ниво укључује у себе оба претходна нивоа – обавештеност и разумевање.

### Основни облици наставе и методска упутства за њихово извођење

Методичко остваривање садржаја програма у настави физике захтева да целокупни наставни процес буде прожет са три основне физичке идеје: структуром супстанције (на молекулском, атомском и субатомском нивоу), законима одржања и физичким пољима као носиоцима узајамног деловања физичких објеката. Даљи захтев је да се физичке појаве и процеси тумаче у настави паралелним спровођењем, где год је то могуће, макроприлаза и микроприлаза у обради садржаја.

Физику је нужно представити ученицима као живу, недовршену науку која се непрекидно интензивно развија и мења, а не као скуп завршених података, непроменљивих закона, теорија и модела. Зато је нужно истаћи проблеме које физика решава у садашњем времену.

Данас је физика експликативна, теоријска и фундаментална наука и њеним изучавањем, заједно са осталим природним наукама, стичу се основе научног погледа на свет. Идеја фундаменталности физике у природним наукама мора да доминира у настави физике.

Ширењу видика ученика допринеће објашњење појмова и категорија, као што су физичке величине, физички закони, однос експеримента и теорије, веза физике с осталим наукама, с примењеним наукама и с техником. Значајно је указати на везу физике и филозофије. Потребно је навести и етичке проблеме који се јављају као последица развијања науке и технологије.

Овако формулисан концепт наставе физике захтева појачано експериментално заснивање наставног процеса (демонстрациони огледи и лабораторијске вежбе, односно практични рад ученика).

Усвојени концепт наставе физике захтева стварање разноврсних могућности да кроз различите садржаје и облике рада, применом савремених методичких и дидактичких поступака у наставном процесу (пројектна, проблемска, активна настава и кооперативно учење) циљеви и задаци образовања као и циљеви наставе физике буду у пуној мери реализовани.

Стицање техничке културе кроз наставу физике састоји се у развијању вештина техничких примена знања, у решавању техничких задатака и у приказивању одређених примена физике у свакодневном животу.

После изучавања одговарајућих тематских целина, нужно је указати на заштиту човекове средине која је загађена и угрожена одређеним физичко-техничким процесима и променама.

При обради физичких основа енергетике потребно је усмерити ученике на штедњу свих врста енергије, а посебно електричне енергије.

Циљеви и задаци наставе физике остварују се кроз следеће основне облике рада са ученицима:

1. обрада нових садржаја уз одговарајуће демонстрационе огледе;
2. решавање квалитативних и квантитативних задатака;
3. лабораторијске вежбе;

4. коришћење и других начина рада који доприносе бољем разумевању садржаја теме (домаћи задаци, семинарски радови, пројекти, итд.);

5. систематско праћење рада сваког појединачног ученика.

Веома је важно да наставник при извођењу прва три облика наставе наглашава њихову обједињеност. У противном, ученик ће стећи утисак да постоје три различите физике: једна се слуша на предавањима, друга се ради кроз рачунске задатке, а трећа се користи у лабораторији.

Да би се циљеви и задаци наставе физике остварили у целини, неопходно је да ученици активно учествују у свим облицима наставног процеса. Имајући у виду да сваки од наведених облика наставе има своје специфичности у процесу остваривања, то су и методска упутства прилагођена овим специфичностима.

### Методска упутства за обраду нових садржаја

Како су уз сваку тематску целину планирани демонстрациони огледи, ученици ће спонтано пратити ток посматране појаве или непосредно учествовати у реализацији огледа, а на наставнику је да наведе ученика да својим речима, на основу сопственог расуђивања, опише појаву коју посматра или демонстрира. После тога, наставник, користећи прецизни језик физике, дефинише нове појмове (величине) и речима формулише закон појаве. Када се прође кроз све етапе у излагању садржаја теме (оглед, учеников опис појаве, дефинисање појмова и формулисање закона), прелази се на презентовање закона у математичкој форми. Оваквим начином излагања садржаја теме, наставник помаже ученику да потпуније разуме физичке појаве, трајније запамти усвојено градиво и у други план потисне формализовање усвојеног знања.

Када је могуће, треба користити проблемску наставу. Наставник поставља проблем ученицима и препушта да они самостално, у паровима или у тиму дођу до решења, по потреби усмерава ученике, подсећајући их питањима на нешто што су научили и сада треба да примене, упућује их на извођење експеримента који може довести до решења проблема и слично.

На пример, на овај начин се може обрадити тема *Класични закон слагања брзина*:

– Наставник задаје ученицима проблем: Зашто капи кише остављају вертикалан мокри траг на стаклу аутобуса када он мирује, а коси траг када се аутобус креће? Од чега и како зависи нагиб косог трага?

– Наставник упућује ученике да потраже и препознају у уџбенику текст уз помоћ којег би могли да дођу до решења (то им неће бити посебно тешко будући да имају предзнање из основне школе о слагању брзина) и схвате закон слагања брзина у векторском облику;

– Наставник тражи да ученици закључе како се, на основу наученог закона, одређује релативна брзина; потом ученици треба да примене тај закон у конкретном проблему и објасне зашто је траг кос и како његов нагиб зависи од брзина капи и аутобуса у односу на земљу;

– Затим се проблем може ширити новим питањем: Како би се могла измерити (тј. проценити) брзина кишне капи у односу на земљу (ученици сами треба да предлажу начине мерења);

– Па још једним: Кап кише у односу на аутобус има хоризонталну и вертикалну компоненту и зато пада по косој правој линији; зашто онда камен, кад се баци у хоризонталном правцу са моста, лети до воде по кривој линији (а и он, као кап, има хоризонталну и вертикалну компоненту брзине) – овим проблемом укључује се у причу и убрзање као величина која је ученицима позната из основне школе, па се може користити, а већ на следећем часу ће се она дефинисати и по гимназијском програму па ово може бити добар увод у ту причу.

Неке од тема у сваком разреду могу се обрадити самосталним радом ученика у групама, кроз радионице. Такав начин рада је ученицима најинтересантнији, више су мотивисани, па лакше усвајају знање. Уз то се развија и њихово интересовање и смисао за истраживачки рад, као и способност тимског рада и сарадње. Овакав приступ обради наставне теме захтева добру припрему

наставника: одабрати тему, припремити одговарајућа наставна средства и опрему, поделити ученике у групе тако да сваки појединац у групи може дати одговарајући допринос, дати неопходна минимална упутства.

– На пример, за наставну тему *Одбијање и преламање светлости* ученици се могу поделити у групе од којих би једна – теоријски обрадила законе одбијања и преламања, друга – тоталну рефлексију са примерима примене, трећа – привидну дубину тела са примерима, четврта – дугу, пета – преламање кроз призму и примене (све групе, осим прве, у упутствима треба да добију формулу за закон преламања); у раду ученици могу да користе уџбеник, интернет, демонстрациони оглед, и др.

Када је могуће, треба користити мултидисциплинарни приступ одређеној области или теми.

– На пример, акустика се може обрадити кроз самостални рад ученика (у групама) комбиновањем знања из физике (какав талас и како се преноси кроз ваздух, сопствене учесталости затегнутих жица и ваздушних стубова, јачина звука, појачавање звука), биологије (ухо и формирање осећаја звука), математике (Фуријеова анализа), информатике (слагање осцилација и разлагање звука у спектар уз приказ на рачунару), музичког (музичке скале, демонстрација висине и боје тона на различитим инструментима).

– У обради структуре кристала и молекула може се успоставити корелација физике, хемије, линеарне алгебре (коначне групе које се раде у линеарној алгебри могу се користити у објашњењу кристала) и програмирања (приказ структуре молекула и кристала).

Неке теме треба да припреме и презентују сами ученици, појединачно или у паровима. То се може радити у сваком разреду, нарочито у трећем и четвртм где постоји низ погодних тема а ученици су самосталнији и спремни за такав облик рада.

Поједине теме могу се одрадити у сарадњи са истраживачима са факултета или научних института. Посебно се то односи на предвиђене слободне теме из савремене физике у четвртм разреду. Могу се у школи организовати предавања стручњака који непосредно учествују у савременим научним пројектима, или конференције путем видео бима, или се организовати посете предавањима и манифестацијама које се одржавају ван школе.

### Методска упутства за решавање задатака

Решавање задатака је важна метода за увежбавање примене знања. Њоме се постиже: конкретизација теоријских знања; обнављање, продубљивање и утврђивање знања; кориговање ученичких знања и умећа; развијање логичког мишљења; подстицање ученика на иницијативу; стицање самопоуздања и самосталности у раду; развијање здравог такмичарског духа који је присутан код свих даровитих ученика и представља снажан мотивациони елемент, итд.

Оптимални ефекти решавања задатака у процесу учења физике остварују се добро осмишљеним комбиновањем квалитативних (задаци–питања), квантитативних (рачунских), графичких и експерименталних задатака.

Вежбање решавања рачунских задатака је важна компонента учења физике. Како оно за ученике често представља вид учења са најсложенијим захтевима, наставник треба да им да одговарајуће инструкције, напомене и савете у вези са решавањем задатака. Напомене треба да се односе на типове задатака у датој теми, најчешће грешке при решавању таквих задатака, алгоритам решавања датог типа задатака.

При решавању квантитативних задатака, у задатку прво треба на прави начин сагледати физичке садржаје, па тек после тога прећи на математичко формулисање и израчунавање. Наиме, решавање задатака одвија се кроз три етапе: физичка анализа задатка, математичко израчунавање и дискусија резултата. У првој етапи уочавају се физичке појаве на које се односи задатак, а затим се набрајају и речима исказују закони по којима се појаве одвијају. У другој етапи се, на основу математичке форме закона, израчунава вредност тражене величине. У трећој етапи тражи се физичко тумачење добијеног резултата.

Потребно је пажљиво одабрати задатке који, ако је могуће, имају непосредну везу са реалним ситуацијама. Такође је важно да ученици правилно вреднују добијени резултат, као и његов правилан запис. Посебно треба обратити пажњу на поступност при избору задатака, од најједноставнијих ка онима који захтевају анализу и синтезу стечених знања.

Треба и ученицима пружити могућност да сами састављају различите задатке. То је за њих интересантно, изазовно, забавно, то је прилика да испоље знање, креативност, способност кратког и јасног формулисања проблема.

### Методска упутства за извођење лабораторијских вежби

Лабораторијске вежбе чине саставни део редовне наставе и организују се тако што се при изради вежби одељење дели на два дела а ученици вежбе раде у паровима, евентуално у групама од по троје. За сваку вежбу ученици унапред треба да добију одговарајућа упутства.

Час експерименталних вежби састоји се из уводног дела, мерења и записивања резултата мерења и обраде добијених података.

У уводном делу часа наставник проверава да ли су ученици спремни за вежбу, упознаје их са мерним инструментима и осталим деловима апаратуре за вежбу, указује на мере предострожности којих се морају придржавати ради сопствене сигурности, при руковању апаратима, електричним изворима, разним уређајима, и сл.

Док ученици врше мерења, наставник активно прати њихов рад, дискретно их надгледа и, кад затреба, објашњава и помаже.

При обради резултата мерења ученици се придржавају правила за табеларни приказ података, цртање графика, израчунавање заокружених вредности и грешака мерења (са тим правилима наставник треба да их упозна унапред или да их да уз писана упутства за вежбе).

У садржајима је дат конкретан низ лабораторијских вежби које се могу радити. Наставници могу променити неке од њих (2 до 3) или додати још неке у зависности од расположиве опреме и времена.

### Методска упутства за друге облике рада

Један од облика ученика су домаћи задаци. То треба да буду квалитативна питања и проблеми, рачунски задаци, према могућностима и експериментални, који се односе на градиво обрађено на часу и на повезивање овог градива са претходним.

За домаћи задатак могу се давати и семинарски радови и одговарајући пројекти које би ученици радили индивидуално или у групама.

Наставник је обавезан да прегледа домаће задатке и саопшти ученицима евентуалне грешке како би они имали информацију о успешности свог рада.

### Праћење рада ученика

Наставник је дужан да континуирано прати рад сваког ученика кроз непрекидну контролу његовог рада и усвојених знања у свим облицима наставе: демонстрационим огледима, предавањима, решавању квантитативних и квалитативних задатака, лабораторијским вежбама, домаћим задацима.

У сваком разреду треба континуирано проверавати и оцењивати знање ученика помоћу усменог испитивања, кратких (15-минутних) писмених провера, тестова на крају већих целина, писмених задатака, провером експерименталних вештина. Елементи оцене ученика треба да буду и његов рад и ангажованост на часовима, а добром оценом би требало и подржавати и подстицати напредак сваког појединца. Ученицима треба дати и могућност да оцењују једни друге и сами себе како би се развијала њихова критичност и самокритичност, способност реалног сагледавања својих и туђих постигнућа, жеља за напредовањем, објективност, одговорност, итд.

На почетку рада са ученицима, у сваком разреду, посебно ако је одељење променило структуру или је наставник преузео ново одељење, било би пожељно спровести дијагностички тест. Такав

тест говори наставнику са каквим предзнањем и којим потенцијалима ученици улазе у нову школску годину. Такође, предложено тестове систематизације градива на крају сваког полугодишта или на крају школске године. Припрема за овај тест, као и сам тест, требало би да осигурају трајно усвајање најосновнијих и најважнијих знања из претходно обрађених области.

### Додатна и допунска настава

Додатни рад намењен је посебно заинтересованим ученицима. Организује се са једним часом недељно. У оквиру ове наставе могу се продубљивати и проширивати садржаји из редовне наставе, радити нови садржаји, тежи задаци, сложенији експерименти од оних у редовној настави, припреме за такмичења. Ученици се слободно опредељују при избору садржаја програма. Зато је нужно сачинити индивидуалне програме рада са ученицима на основу њихових претходних знања, интересовања и способности. Корисно је ангажовати истакнуте стручњаке да у оквиру додатне наставе одрже популарна предавања, бивше успешне такмичаре који ће радити такмичарске задатке, организовати посете институтима, факултетима и слично.

Допунска настава се, по потреби, такође организује са по једним часом недељно. Њу похађају ученици који у редовној настави нису били успешни или су из оправданих разлога дуго били одсутни са редовне наставе. Циљ допунске наставе је да ученик, уз додатну помоћ наставника, стекне минимум основних знања из садржаја које предвиђа програм физике.

Слободне активности ученика који су посебно заинтересовани за физику, могу се организовати кроз разне секције младих физичара (у складу са интересовањем ученика и могућностима школе).

## АСТРОНОМИЈА

### Циљ и задаци

**Циљ** наставе астрономије је да ученици упознају савремену слику Вационе проучавајући објекте и појаве у њој, да стекну научну писменост, да се оспособе за активно стицање знања о астрономским појавама кроз истраживање и да се усмере према примени научног метода и закона физике у изучавању појава и процеса у Вациони.

**Задаци** наставе астрономије су да ученици:

- стичу знања о настанку и еволуцији космичких објеката;
- схвате универзалност закона природе;
- стичу савремена знања о вациони и методама које су омогућиле стицање тог знања;
- изучавањем привидних положаја и кретања космичких објеката схвате њихове праве положаје и кретање ;
- изуче грађу и хемијски састав космичких објеката;
- имају навику да примењују знање стечено у другим наукама (физици, математици и др.);
- имају навику да самостално закључују на основу стеченог знања и оспособе се за апстрактно мишљење развијањем смисла за основне природне науке;
- развију смисао за оријентацију у простору и времену;
- упознају се са изворима енергије у звездама и могућности-ма коришћења енергије Сунца;
- оспособе се за квалитативно и квантитативно решавање астрономских проблема и задатака.

### IV разред

(1 час недељно, 31 час годишње)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

#### УВОД (1)

Предмет проучавања и специфичности астрономије. Интердисциплинарност. Кратак преглед историјског развоја. Могућност изучавања са Земље. Улога космичких летова у данашњој астрономији.



## ГРАВИТАЦИОНА ДЕЈСТВА (2+1)

Привидна планетска кретања Хелиоцентрички систем. Кеплерови закони. Њутнов закон гравитације. Плимско дејство Месеца и Сунца.

## ДАЉИНЕ И ВЕЛИЧИНЕ НЕБЕСКИХ ТЕЛА (1+1)

Паралакса. Астрономске јединице за даљину. Основне методе одређивања величине небеских тела.

## НЕБО, ПРОСТОР И ВРЕМЕ (3+1)

Оријентација на небу. Сазвежђа. Небеска сфера, њено привидно обртање и Земљина ротација. Хоризонтски и екваторски сферни координатни системи. Привидно Сунчево годишње кретање и његове последице (еклиптика, зодијак). Докази Земљине ротације и револуције. Време (јединице, звездано, право и средње Сунчево време, светско, указно). Календари.

## ЗРАЧЕЊЕ НЕБЕСКИХ ТЕЛА (2+1)

Спектар зрачења небеских тела. Утицај хемијског састава и физичких услова на изглед спектра. Топлотни и нетоплотни механизми зрачења. Израчунавање радијалних брзина небеских тела. Астрономске фотометријске јединице (привидне и апсолутне звездане величине) и њихова веза са физичким јединицама. Утицај Земљине атмосфере на примање зрачења небеских тела (апсорпција, дисперзија и рефракција).

## АСТРОНОМСКИ ИНСТРУМЕНТИ (3+1)

Рефрактори. Рефлектори. Пријемници зрачења. Основне карактеристике телескопа (раздвојна моћ, сабирна моћ, увећање и монтажа телескопа). Интерферометри. Радио-телескопи. Примена ласера у астрономији.

## ЗВЕЗДЕ (3+1)

Физичке карактеристике и типови звезда. H-R дијаграм. Кретање звезда. Двојне и вишеструке звезде. Одређивање звезданих маса, пречника и температура. Звездана јата. Промењливе звезде. Међузвездана материја. Извори звездане енергије. Еволуција звезда.

## ГАЛАКСИЈЕ (3+1)

Структура и ротација галаксије. Врсте галаксија. Млечни пут. Хаблов закон. Активне галаксије -квасари. Реликтно зрачење. Космолошке хипотезе.

## СУНЦЕ (2+1)

Карактеристике мирног Сунца. Сунчева активност (пеге, протуберанце, хромосферске ерупције). Геофизичке последице.

## СУНЧЕВ СИСТЕМ (2+1)

Основне карактеристике Сунчевог система. Планете Земљиног типа. Астероиди (мале планете). Планете Јупитеровог типа. Сателити. Комете, метеори и метеорити. Еволуција Сунчевог система.

## НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

Концепт наставног програма астрономије и избор садржаја предмета одређен је следећим поставкама:

- астрономија се у овом разреду јавља први пут као наставна област;
- ученику се даје савремена слика васионе;
- посвећује се посебна пажња стварању научне слике света и основним педагошко-дидактичким захтевима;
- програм садржи 10 наставних целина, а свака од њих садржи неопходан број мањих делова;
- за сваку целину је дат оријентациони број часова теоријске наставе и часова утврђивања градива. I (1), II (2+1), III (1+1), IV

(3+1), V (2+1), VI(3+1), VII (3+1), VIII (3+1), IX (2+1), X (2+1). У тај број су укључени практична и демонстрациона настава и израда рачунских задатака.

Практична и демонстрациона настава се, по природи ствари, мора изводити по ведром времену, највећим делом у ноћним часовима, што изискује посебне термине.

За практичну и демонстрациону наставу потребна су следећа наставна средства: карта звезданог неба, телескоп, месечева карта. Треба користити интернет и посећивати Народну опсерваторију.

Препоручује се организовање посете Планетаријуму.

*Кратко упутство за практична посматрања*

У току септембра: прво упознавање са небеским телима. Циркумполарна сазвежђа (Полара, Мала и Велика кола, Касиопеја). Посматрања видљивих планета.

Средина октобра: оријентисање помоћу небеских тела. Посматрање Месеца и Андромедине маглине. Праћење метеора.

Почетак новембра: оријентисање помоћу Сунца. Демонстрација разлике између правог и средњег поднева.

Половином новембра: праћење метеорског роја Леонида (14. XI – 19. XI).

Септембар – децембар: мерење подневне висине Сунца и праћење мена Месеца.

Јануар – фебруар: Упознавање са зимским сазвежђима. Посматрање Орионове маглине.

Осим тога, уколико се на небу јави нека важнија појава потребно је укључити се у њено посматрање.

У настави астрономије треба користити интернет и проверавати тачност података јер је последњих 20 година дошло до великог броја значајних открића у астрономији. На пример, већи број сателита око планета Јупитеровог типа, у употреби је и тринаесто зодијачко сазвежђе Змијоноша (Ophiucus), које је иза Шкорпије, а испред Стрелца, време „боравка” Сунца у зодијачким сазвежђима се креће од 6 до 44 дана, а не по 30 дана, затим Плутон није планета већ астероид, укинута је грађанско време итд.

## ХЕМИЈА

### Циљ и задаци

**Циљ** наставе хемије је развој доменских хемијских знања, техничко-технолошких знања, развој општих когнитивних и комуникацијских способности, као припрема за даље универзитетско образовање и оспособљавање за примену хемијских знања у свакодневном животу, решавање проблема у новим и непознатим ситуацијама и развијање одговорног односа према себи, другима и животnoj средини.

**Задаци** наставе хемије су да ученици:

- развију хемијску научну писменост и способност комуникација у хемији;
- оспособе се за претраживање хемијских информација приреном савремених информационих технологија;
- овладају основама научног метода у хемији и схвате значај хемијског експеримента као примарног извора знања и основног метода сазнавања у хемији;
- разумеју појаве и процесе у природи са аспекта хемијског изучавања;
- разумеју однос условљености својстава супстанци њиховом структуром;
- разумеју условљеност својстава хемијског система његовим квалитативним саставом и квантитативним односом његових компоненти;
- примењују основне хемијске концепте (концепт о корпускуларној грађи супстанци, концепт одржања материје, концепт равнотеже, концепт развојности хемијских теорија) за тумачење хемијских структура и процеса;
- овладају основним техникама лабораторијског рада;
- разумеју значај хемијске производње за савремено друштво;
- разумеју значај хемије за различите савремене технологије;
- развију свест о повезаности хемије у систему природних наука са техничко-технолошким, социо-економским и друштвеним наукама;



– буду оспособљени за заштиту од потенцијалних ризика у хемији и науке да адекватно реагују при незгодама у хемијској лабораторији и свакодневном животу;

– разумеју значај хемије и хемијске производње за одрживи развој;

– развију одговоран став према коришћењу супстанци у свакодневном животу и професионалном раду;

– развију осетљивост за проблеме и способност решавања проблема, логичко и критичко мишљење;

– развију одговорност, систематичност, прецизност у раду и позитиван став према учењу;

– развију свест о сопственом знању и потреби за перманентним хемијским образовањем;

– унапреде сарадњу и тимски рад.

### I разред

(3 часа недељно, 105 часова годишње; 75 часова теорија, 30 часова вежби)

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### УВОД У ХЕМИЈУ

Хемија као природна наука. Мерења у хемији.

### ВРСТЕ СУПСТАНЦИ

Појам и врсте супстанци. Хемијски елементи, једињења и смеше.

### СТРУКТУРА АТОМА

Структура атома. Елементарне честице. Атомска маса и атомски број. Изотопи. Изградња електронског омотача. Електронска конфигурација атома и Периодни систем елемената. Енергија јонизације и афинитет према електрону. Периодичност промене својстава елемената.

### Демонстрациони огледи:

Бојење пламена.

Упоредивање реактивности елемената I. групе Периодног система елемената. Упоредивање реактивности елемената 17. групе Периодног система елемената.

Упоредивање промена хемијских својстава елемената треће периоде са становишта грађе електронског омотача њихових атома (реакције Na, Mg, Al са водом).

### ХЕМИЈСКЕ ВЕЗЕ И МЕЋУМОЛЕКУЛСКЕ ИНТЕРАКЦИЈЕ

Јонска веза. Јонске кристалне решетке. Ковалентна веза. Поларност молекула. Међумолекулске интеракције и водонична веза. Атомске и молекулске кристалне решетке. Метална веза.

Својства супстанци са јонском, ковалентном и металном везом (агрегатно стање, температура кључања и топљења, растворљивост у води).

Хемијске формуле. Количина супстанце, моларна маса и моларна запремина. Одредивање емпиријске и молекулске формуле једињења.

### Демонстрациони огледи:

Испитивање поларности воде. Испитивање електропроводљивости чврстог и растопљеног калијум-нитрата. Сублимација јода.

### ДИСПЕРЗНИ СИСТЕМИ

Дисперзни системи: појам и врсте. Растворљивост. Масени процентни садржај раствора. Количинска и масена концентрација раствора; моалност раствора. Значај и примена колоидних раствора, суспензија и емулзија.

Колигативна својства раствора. Осмотски притисак. Снижење температуре мржњења, повишење температуре кључања.

### Демонстрациони огледи:

Размена енергије између система и околине (растварање амонијум-хлорида и натријум-хидроксида у води). Демонстрација Тиндаловог ефекта. Добијање и испитивање својстава презасићеног раствора натријум-ацетата. Испитивање растворљивости различитих супстанци у поларним и неполарним растварачима.

### ХЕМИЈСКЕ РЕАКЦИЈЕ

Стехиометријска израчунавања на основу хемијских једначина. Енергетске промене при хемијским реакцијама (егзотермне и ендотермне реакције, реакциона топлота, Хесов закон).

Брзина хемијске реакције и фактори који на њу утичу (Закон о дејству маса). Појам катализатора.

Хемијска равнотежа. Фактори који утичу на хемијску равнотежу. Ле Шателеов принцип.

### Демонстрациони огледи:

Кретање честица као услов хемијске реакције – реакција између амонијака и хлороводоника; реакција између чврстог калијум-јодида и чврстог сребро-нитрата.

### КИСЕЛИНЕ, БАЗЕ И СОЛИ

Раствори електролита. Електролитичка дисоцијација. Јаки и слаби електролити. Степен и константа дисоцијације. Јонске реакције.

Протолитичка теорија киселина и база. Протолитичка равнотежа у води. Концентрација јона у воденим растворима киселина, база и соли. pH вредност водених раствора. Пуферске смеше. Хидролиза соли.

### Демонстрациони огледи:

Испитивање киселости водених раствора киселина, база и различитих врста соли универзалном индикаторском картијом.

### ОКСИДОРЕДУКЦИОНЕ РЕАКЦИЈЕ

Основни појмови оксидоредукционих процеса: оксидациони број, оксидација, редукција, оксидациона и редукциона средства.

Електродни потенцијал. Галвански спрег. Електролиза. Корозија.

### Демонстрациони огледи:

Реакција гвожђе(II)-сулфата са калијум-перманганатом у киселој и у базној средини.

Реакција гвожђа са воденим раствором бакар(II)-сулфата. Електролиза цинк-јодида.

### ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ЕЛЕМЕНАТА

Периодни систем елемената. Периодичност промене структуре и својстава хемијских елемената. Неметали, метали и металоиди у ПСЕ.

### ВОДОНИК

Општа својства и распрострањеност водоника. Изотопи водоника. Значај и примена једињења водоника: воде, водоник-пероксида, хидрида.

### Демонстрациони огледи:

Добијање водоника и испитивање његових својстава.

Дејство молекулског и атомског водоника на калијум-перманганат.

### ЕЛЕМЕНТИ I. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

Општа својства елемената у групи. Својства, значај, добијање и примена једињења: натријум-хлорид, натријум-хидроксид и натријум-карбонат. Својства и примена калијум-нитрата.

## Демонстрациони огледи:

Реакције натријума и калијума са водом.

## ЕЛЕМЕНТИ 2. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

Упоредна својства елемената у групи, поређење са алкалним металима, одступања код берилијума. Реакција земноалкалних метала са водом. Својства, значај и примена једињења магнезијума и калијума: магнезијум-карбонат, калцијум-оксид, калцијум хидроксид (добијање калцијум-оксида и калцијум хидроксида), калцијум-карбонат, калцијум-сулфат.

## Демонстрациони огледи:

Реакција магнезијума и калцијума са хлороводоничном киселином.

## ЕЛЕМЕНТИ 13. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

Упоредна својства елемената у групи. Добијање алуминијума, легуре алуминијума. Својства, значај и примена једињења алуминијума: оксид, хидрид, алуминати, двогубе соли.

## Демонстрациони огледи:

Испитивање амфотерности алуминијума и алуминијум-хидроксида: реакција са хлороводоничном киселином и натријум-хидроксидом.

## ВЕЖБЕ

### УВОД У ЛАБОРАТОРИЈСКУ ТЕХНИКУ

Правила за безбедан рад у хемијској лабораторији, мере предострожности, противпожарна заштита, гашење пожара, мере прве помоћи. Хемикалије и реагенси. Пиктограми. Лабораторијски прибор. Одржавање лабораторијског прибора. Грејалице, пламеници (шпиритусна грејалица, Бунзенов пламеник). Боце за компримоване гасове. Купатила. Средства за хлађење. Мерење температуре, масе и запремине.

### ОСНОВНЕ ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ОПЕРАЦИЈЕ

Раздвајање и пречишћавање чврстих супстанци (ситњење, растварање, таложeње, декантовање, филтрација, испирање талога). Пречишћавање јода сублимацијом. Прекристализација бакар (II)-сулфата. Раздвајање и пречишћавање течних супстанци. Дестилација под атмосферским притиском. Фракциона дестилација. Екстракција јода.

### ДИСПЕРЗНИ СИСТЕМИ

Припремање водених раствора одређене количинске концентрације.

Добијање колоидних раствора сумпора и гвожђе(III)-хидроксида. Испитивање оптичких својстава колоидних раствора. Испитивање утицаја концентрације соли и наелектрисања јона на стабилност колоидних раствора.

### ХЕМИЈСКЕ РЕАКЦИЈЕ

Испитивање утицаја природе реактаната на брзину хемијске реакције (поређење брзине реакција цинка и калаја са раствором хлороводоничне киселине). Испитивање утицаја додирне површине реактаната на брзину хемијске реакције (реакције између раствора и спрашеног калијум-јодида и олово(II)-нитрата).

Испитивање утицаја температуре на брзину хемијске реакције (реакције цинка са раствором хлороводоничне киселине на 25 °C и на 60 °C). Разлагање водоник-пероксида (без и у присуству катализатора).

Испитивање утицаја промене концентрације реактаната и промене температуре на хемијску равнотежу.

## КИСЕЛИНЕ, БАЗЕ И СОЛИ

Добијање соли (калцијум-карбоната, баријум-сулфата и сребро-хлорида). Јонске реакције. Титрација раствора јаке киселине јаком базом.

## ОКСИДОРЕДУКЦИОНЕ РЕАКЦИЈЕ

Напонски низ метала: поређење редукционе моћи метала. Са-турново дрво. Оксидациона својства калијум-перманганата. Оксидација натријум-сулфита помоћу калијум-дихромата.

## РЕАКЦИЈЕ И СВОЈСТВА НЕОРГАНСКИХ СУПСТАНЦИ

Методe аналитичке хемије. Принципи квалитативне хемијске анализе.

Доказивање јона алкалних метала у пламену. Хидролиза соли алкалних метала.

Испитивање својстава магнезијума и калијума. Доказивање јона калцијума и магнезијума. Добијање и испитивање својстава магнезијум-оксида. Хидролиза соли земноалкалних метала. Тврдоћа воде и њено омекшавање.

Испитивање својстава алуминијума. Доказивање јона алуминијума. Хидролиза алуминијум-хлорида и алуминијум-сулфата.

## II разред

(3 часа недељно, 105 часова годишње, 73 часа теорије, 32 часа вежби)

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### ЕЛЕМЕНТИ 14. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

Упоредна својства елемената у групи. Угљеник. Угаљ. Кокс. Својства, значај и примена једињења угљеника: оксиди, карбиди, цијаниди. Силицијум. Силикати. Основне карактеристике процеса производње силикатних материјала – стакло, керамика, цемент.

Калај, олово и упоредна својства њихових једињења.

## Демонстрациони огледи:

Добијање чађи.

Добијање и испитивање својстава угљеник(IV)-оксида.

### ЕЛЕМЕНТИ 15. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

Упоредна својства елемената у групи. Азот. Својства, значај и примена једињења азота (хидриди, оксиди, киселине и њихове соли). Добијање амонијака и азотне киселине. Фосфор. Својства, значај и примена једињења фосфора (хидриди, оксиди, киселине и њихове соли). Вештачка ђубрива.

## Демонстрациони огледи:

Добијање и испитивање својстава азота и амонијака.

### ЕЛЕМЕНТИ 16. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

Упоредна својства елемената у групи. Кисеоник. Озон. Сумпор. Својства, значај и примена једињења сумпора (хидриди, оксиди, киселине и њихове соли). Добијање сумпорне киселине.

## Демонстрациони огледи:

Добијање пластичног сумпора.

Добијање и испитивање својстава сумпор(IV)-оксида.

Дејство разблажене сумпорне киселине на гвожђе, цинк, бакар и олово.

### ЕЛЕМЕНТИ 17. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

Упоредна својства елемената у групи. Флуор. Хлор. Бром. Јод. Халогеноводоничне и кисеоничне киселине и њихове соли. Добијање хлороводоничне киселине.

## Демонстрациони огледи:

Реакције хлороводоничне киселине са калцијум-карбонатом и натријум-ацетатом.

Бељење хлорним кречом.

## ЕЛЕМЕНТИ 18. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

Елементи 18. групе Периодног система елемената – упоредна својства елемената у групи.

## ПРЕЛАЗНИ МЕТАЛИ

Упоредна својства прелазних метала. Комплексна једињења (хемијске везе, номенклатура, електролитичка дисоцијација, значај). Припрема сировина и принцип добијања метала.

Елементи 6. групе ПСЕ. Хром и преглед важнијих једињења.

Елементи 7. групе ПСЕ. Манган и преглед важнијих једињења.

Елементи 8. 9. и 10. групе ПСЕ. Гвожђе. Својства, значај и примена једињења гвожђа. Добијање гвожђа и челика.

Својства и значај комплексних једињења гвожђа, кобалта и никла.

Елементи 11. групе ПСЕ. Бакар, сребро и важнија једињења.

Елементи 12. групе ПСЕ. Цинк, жива и важнија једињења.

## Демонстрациони огледи:

Таложње хидроксида бакра из раствора плавог камена и испитивање његових својстава.

Добијање гвожђе(III)-хидроксида и његово растварање у хлороводоничној киселини.

## ЛАНТАНИДИ И АКТИНИДИ

Упоредна својства лантанида. Оксиди лантанида. Упоредна својства актинида.

## УВОД У ОРГАНСКУ ХЕМИЈУ

Својства угљениковог атома (валенца, оксидациони број, хибридизација). Структура органских молекула ( типови веза, геометрија молекула). Формуле органских молекула (молекулске, структурне, рационалне, скелетне, кондензоване). Појам функционалне групе. Сличности и разлике у својствима органских и неорганских једињења.

## АЛКАНИ И ЦИКЛОАЛКАНИ

Класификација угљоводоника према природи угљоводоничног низа и функционалној групи. Општа својства угљоводоника. Хомологи низ. Структура молекула алкана. Номенклатура алкана (IUPAC тривијални називи). Структурна изомерија. Физичка и хемијска својства алкана. Механизам хлоровања алкана.

Циклоалкани (структура, физичка и хемијска својства). Значај и примена засићених угљоводоника.

## Демонстрациони огледи:

Добијање и испитивање својстава метана.

## АЛКЕНИ И ДИЕНИ

Структура молекула алкена. Номенклатура алкена. Геометријска изомерија. Добијање алкена. Физичка и хемијска својства алкена. Механизам адиције и полиадиције. Диени, структура и реактивност. Значај и примена алкена и диена (пластичне масе, полиетенска и полипропенска влакна, каучук, гума, лепкови).

## Демонстрациони огледи:

Добијање и својства етена. Оксидација етена калијум-перманганатом.

## АЛКИНИ

Структура молекула алкина. Номенклатура алкина. Добијање алкина и њихова физичка и хемијска својства. Примена алкина.

## Демонстрациони огледи:

Добијање и испитивање својстава етина.

## ПОЛИМЕРИ

Полимери (својства, типови везивања код полимера). Утицај умрежења на физичка својства, вулканизација. Подела полимера. Адициони и кондензациони полимери. Силикони.

## АРОМАТИЧНИ УГЉОВОДОНИЦИ

Структура бензена. Хомологи ред. Номенклатура. Добијање и физичка својства арена. Реакције ароматичних угљоводоника (супституција, адиција и оксидација). Механизам електрофилне супституције. Моно- и полисупституисани деривати бензена. Изомерија полисупституисаних деривата бензена. Полициклични ароматични угљоводоници.

## ХАЛОГЕНИ ДЕРИВАТИ УГЉОВОДОНИКА

Структура и номенклатура. Добијање, физичка и хемијска својства. Механизам нуклеофилне супституције. Употреба.

## Демонстрациони огледи:

Доказивање присуства халогена у угљоводонцима.

## АЛКОХОЛИ И ФЕНОЛИ

Структура молекула алкохола. Својства хидроксилне групе. Номенклатура и класификација алкохола. Изомерија (структурна и оптичка). Добијање алкохола. Физичка и хемијска својства алкохола. Значај и употреба важнијих алкохола (метанол, етанол, етиленгликол, глицерол).

Номенклатура, физичка и хемијска својства фенола. Сличности и разлике у својствима фенола и алкохола.

## Демонстрациони огледи:

Доказивање примарне и секундарне алкохолне групе Лукасовом реакцијом. Добијање алкохалата. Добијање етил-нитрата.

## ЕТРИ

Структура, номенклатура, физичка и хемијска својства, представници и употреба етара.

## Демонстрациони огледи:

Испитивање својстава диетил-етра.

## АЛДЕХИДИ И КЕТОНИ

Својства карбонилне групе. Номенклатура карбонилних једињења. Добијање алдехида и кетона. Физичка својства. Реакције карбонилних једињења (нуклеофилна адиција, оксидација, редукција, кондензационе реакције). Полуацетали и ацетали. Значај и примена важнијих карбонилних једињења (метанал, етанал, пропанон).

## Демонстрациони огледи:

Оксидација алдехида Фелинговим и Толенсовим раствором. Јодоформска реакција.

## ХЕМИЈСКИ АСПЕКТИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Хемијски загађивачи животне средине. Загађивање атмосфере. Загађивање воде. Загађивање земљишта. Хемијски отпад

## ВЕЖБЕ

## РЕАКЦИЈЕ И СВОЈСТВА НЕОРГАНСКИХ СУПСТАНЦИ

Добијање и својства CO<sub>2</sub>. Хидролиза соли угљене киселине. Дејство киселина на соли угљене киселине. Доказивање карбонатног јона.

Реакције калаја и олова са киселинама. Добијање и испитивање својстава хидроксида калаја и олова. Доказивање јона калаја и олова.

Добијање и испитивање својстава азота, амонијака и азот(IV)-оксида. Добијање амонијум-хлорида. Доказивање амонијум јона. Хидролиза амонијум-соли. Испитивање својстава азотне киселине и оксидационих својстава нитрата. Доказивање нитратних јона.

Добијање и испитивање својстава фосфорне киселине. Доказивање фосфатних јона.

Испитивање својстава сумпора. Дехидратационо својство сумпорне киселине. Доказивање сулфатног јона. Понашање сулфата при загревању.

Добијање и својства хлора. Оксидациона својства хлора, упоређивање оксидационих способности халогених елемената. Дејство хлороводоничне киселине на метале и оксиде метала. Доказивање хлоридног, бромидног и јодидног јона. Испитивање својстава и доказивање јода.

Упорјеђивање редукционих способности прелазних метала. Испитивање својстава цинка, гвожђа и бакра и њихових једињења. Доказивање јона прелазних метала: гвожђа, мангана, сребра, цинка и бакра. Испитивање оксидационе способности калијум-дихромата. Превођење хроматног у дихроматни јон и обрнуто.

Квантитативна хемијска анализа – методе, узорак. Аналитичка вага – правила за рад, поступци приликом мерења. Принцип волуметријских одређивања (стандардни раствори, завршна тачка титрације, израчунавање резултата). Ацидиметријско одређивање натријум-хидроксида.

## МЕТОДЕ ИЗОЛОВАЊА И ПРЕЧИШЋАВАЊА ОРГАНСКИХ ЈЕДИЊЕЊА

Мере предострожности у раду са органским супстанцама.

Дестилација смеше етанола и воде. Прекристализација бензоје киселине из воде. Екстракција уља из коре поморанце или лимуна.

Хроматографске методе. Хроматографија мастила на хартији. Хроматографија биљних пигмената на креди.

## РЕАКЦИЈЕ И СВОЈСТВА ОРГАНСКИХ ЈЕДИЊЕЊА

Доказивање угљеника, водоника, азота и сумпора у органским супстанцама.

Испитивање растворљивости угљоводоника у води, поларним и неполарним органским растварачима

Испитивање растворљивости кисеоничних органских једињења.

Оксидација метанола, етанола, бутанола до алдехида односно киселина. Лукасов тест. Доказивање глицерола акролеинском пробом.

Добијање и испитивање својстава пропанона. Јодоформска проба на пропанон. Реакције алдехида са Фелинговим и Толенсовим реагенсом.

### III разред

(2 часа недељно, 70 часова годишње; 60 часова теорије, 10 часова вежби)

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### КАРБОКСИЛНЕ КИСЕЛИНЕ И ЊИХОВИ ДЕРИВАТИ

Својства карбоксилне групе. Класификација и номенклатура карбоксилних киселина. Добијање и физичка својства. Реакције карбоксилних киселина. Значај и примена важнијих киселина.

Функционални деривати киселина (естри, халогениди, анхидриди, амиди). Физичка и хемијска својства естара и амида. Значај и примена важнијих једињења (карбамид, полиестри, полиамиди).

#### Демонстрациони огледи:

Испитивање реактивности карбоксилних киселина. Добијање и испитивање својстава естара.

### ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА СА АЗОТОМ

Својства амино и нитро групе. Структура и номенклатура амина. Добијање, физичка и хемијска својства амина. Кватернарне амонијум-соли.

Добијање и својства нитро једињења.

Значај и примена важнијих једињења са азотом (анилин, нитробензен).

### ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА СА СУМПОРОМ

Тиоли, сулфиди и сулфонске киселине. Налажење у природи, добијање и њихове карактеристичне реакције.

### ХЕТЕРОЦИКЛИЧНА ЈЕДИЊЕЊА

Номенклатура хетероцикличних једињења са петочланим и шесточланим прстеном. Ароматичност, базност и киселост пирила и пиридина.

### БОЈЕ

Појам боје и повезаност са хемијском структуром. Синтетске органске боје. Бојење.

### МЕТОДЕ КАРАКТЕРИЗАЦИЈЕ ОРГАНСКИХ ЈЕДИЊЕЊА

Основи метода: инфрацрвена (IC) спектроскопија инуклеарна магнетна резонанција (NMR).

### УГЉЕНИ ХИДРАТИ

Номенклатура угљених хидрата; подела, распрострањеност у природи. Структура моносахарида (глицералдехид, рибоза, маноза, галактоза, глукоза и фруктоза, ациклична и циклична). Физичка и хемијска својства моносахарида. Дисахариди, подела (малтоза, лактоза, сахароза). Добијање сахарозе. Полисахариди (скроб и целулоза, структура, својства). Производња хартије, деривати целулозе.

#### Демонстрациони огледи:

Испитивање својстава глукозе (реакција сребрног огледала). Разликовање редукујућих од нередукујућих дисахарида. Хидролиза скроба и испитивање својстава хидролизата

### ЛИПИДИ

Подела липида. Масне киселине. Неутралне масти: добијање, физичка и хемијска својства. Сапуни и детергенти. Фосфоглицериди (лецитин; структура, својства). Стероиди (подела). Холестерол, калциферол. Жучне киселине.

#### Демонстрациони огледи:

Испитивање својстава липида (растворљивост, емулговање, сапонификација).

### АЛКАЛОИДИ И АНТИБИОТИЦИ

Алкалоиди (природни извори, подела). Физиолошко дејство, значај појединих алкалоида и њихова злоупотреба. Антибиотици (појам, подела). Механизам деловања антибиотика. Природни извори за изоловање антибиотика.

### ПРОТЕИНИ

Аминокиселине (структура, подела, номенклатура, есенцијалне аминокиселине). Физичка својства аминокиселина. Зависност структуре аминокиселина од рН-раствора, својства бочних низова. Реакције аминокиселина. Структура протеина. Својства пептидне везе. Олигопептиди и полипептиди. Веза између примарне и тродимензионалне структуре протеина. Подела протеина. Физичка и хемијска својства протеина. Ензими (подела, својства, механизам њиховог деловања). Утицај различитих фактора на активност ензима. Регулација активности ензима. Антитела.



## Демонстрациони огледи:

Испитивање растворљивости тирозина при различитим рН вредностима.

Ксантопротеинска реакција.

## ВИТАМИНИ И ХОРМОНИ

Витамины (значај, структура, подела). Својства витамина растворних у мастима. Својства витамина растворних у води. Коензими. Веза између витамина и метаболизма. Хормони (значај, структура, подела). Стероидни хормони.

## НУКЛЕИНСКЕ КИСЕЛИНЕ

Нуклеинске киселине и њихове основне структурне јединице. Номенклатура нуклеозиди и нуклеотида. Структура и функција ДНК. Основна својства ДНК, двострука структура ДНК и комплементарност полинуклеотидних ланаца. Структура ДНК као молекуларска основа за очување и преношење генетичких информација. Репликација ДНК. Структура и функција РНК. Синтеза РНК, транскрипција генетичке информације. Генетичка шифра. Биосинтеза протеина.

## ОСНОВИ МЕТАБОЛИЗМА

Метаболички путеви и размена енергије у биосфери. Кружење угљеника, водоника, кисеоника и азота у природи. Енергетика биохемијских процеса. Варење и ресорпција протеина, масти и угљених хидрата. Кребсов циклус и оксидативна фосфорилација. Биосинтетички процеси и регулација метаболизма. Заједнички путеви метаболизма.

## БИОТЕХНОЛОГИЈА И ЊЕНЕ МОГУЋНОСТИ

Традиционалне и савремене биотехнологије (значај и могућности).

## ХЕМИЈСКИ АСПЕКТИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Загађивање атмосфере. Извори загађивања. Главни загађивачи: оксиди сумпора, азота, угљоводоника, једињења олова (тетраетилолово), живе, цинка, кадмијума и бакра, потенцијално канцерогене супстанце.

Загађивање воде. Извори загађивања. Главни загађивачи. Органски отпадни материјали, неоргански отпадни материјали и токсични отпадни материјали. Пречишћавање отпадних вода.

## ВЕЖБЕ

## ИСПИТИВАЊЕ СВОЈСТАВА ОРГАНСКИХ СУПСТАНЦИ

Испитивање растворљивости мравље, сирћетне, бензоеве и салицилне киселине у води и алкохолу. Добијање сирћетне киселине из њене соли. Доказивање ацетатног и оксалатног јона. Поређење јачине угљене, сирћетне и лимунске киселине. Естерификација карбоксилних киселина. Испитивање растворљивости естера у води, неопларним и поларним органским растварачима.

Испитивање киселости раствора сапуна фенолфталеином. Добијање масних киселина из сапуна. Одређивање јодног и сапонификационог броја.

Испитивање физичких и хемијских својстава моносахарида. Разликовање редукујућих од нередукујућих дисахарида. Хидролиза скроба и испитивање својстава хидролизата.

Таложне реакције протеина. Фактори који утичу на деловање ензима (рН, концентрација ензима и супстрата, активатори и инхибитори) – испитивање деловања амилазе.

## ПРЕПАРАТИВНА ОРГАНСКА ХЕМИЈА

Синтеза етилацетата и аспирина.

Изоловање кофеина из чаја или кафе.

Изоловање албумина из беланцета.

## ИНТЕРАКЦИЈА ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ЗРАЧЕЊА И ХЕМИЈСКИХ СУПСТАНЦИ

Спектрохемијске методе анализе, пламена фотометрија. Апсорпциона (UV/Vis) и инфрацрвена (IC) спектроскопија, масена спектроскопија и нуклеарна магнетна резонанција (NMR).

Одређивање натријума и калијума пламеном фотометријом. Визуелна колориметрија. Идентификација органских молекула на основу IC спектра и табличних података.

## НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

Током реализације наставног програма хемије неопходно је имати у виду високи дидактички потенцијал хемије као наставног предмета и когнитивне узрасне карактеристике ученика, те сходно томе активности ученика и наставника у наставном процесу ускладити са дефинисаним циљевима и задацима наставе. Посебну пажњу треба обратити на коришћење интерактивних метода наставе и учења због њихове високе образовне и мотивационе вредности у свим сегментима наставе.

Садржаји програма хемије су организовани тако да се у првом разреду изучавају садржаји опште и неорганске хемије, у другом садржаји неорганске и органске хемије, у трећем садржаји органске хемије и основа биохемије.

Хемија као наставни предмет има висок дидактички потенцијал јер:

– омогућава и олакшава прелазак са конкретног на апстрактно мишљење;

– је наука са изузетном динамиком развоја, а хемијска струка једна је од струка будућности;

– је природна наука и у садејству са физиком и биологијом омогућава разумевање природе у јединству појава и процеса који се у њој збивају;

– се на њеним знањима заснива развој многих савремених технологија, а који је значајан показатељ нивоа развијености друштва;

– хемијски процеси у технолошкој производњи носе и озбиљне ризике за друштвене заједнице и одрживи развој друштва.

Динамика савременог развоја хемијских научних дисциплина резултује огромним повећањем корпуса хемијских знања. Да би се избегло оптерећивање наставних програма хемије у оваквим условима развоја хемије као науке, неопходно је да се ученицима у гимназији омогући разумевање хемијског аспекта изучавања природе тако што ће се у настави хемије пажња усредсредити на разумевање основних идеја и концепата у хемији, развој научног метода сазнавања у хемији и значај хемије у свакодневном животу. Ученици, као основне идеје хемије, треба да разумеју да су својства супстанци и могућности њихове примене непосредно условљене њиховом хемијском структуром, као и да су својства хемијског система условљена квалитативним саставом и квантитативним односом компоненти у њему. За разумевање ових идеја и концепата у настави хемије је потребно синхронизовано представљање хемијских знања на макро, микро и симболичком нивоу репрезентације. Когнитивне карактеристике ученика гимназије омогућавају већу заступљеност микроскопског и симболичког нивоа репрезентације, као и интеграцију и симултану примену сва три нивоа. Међутим, у настави хемије увек треба поћи од тога да је хемијски експеримент, као примарни извор знања и као основни метод сазнавања у хемији, кључни механизам за корелацију међу свим нивоима репрезентације знања. При томе посебну пажњу треба посветити прецизности примене хемијског језика (на пример, изводи се хемијска реакција, а пише се хемијска једначина). Симултана примена различитих нивоа репрезентације знања у хемији може да изазове когнитивно преоптерећење услед дељења пажње. У таквим случајевима треба сегментисати садржаје (делити их у мање целине).

У почетним разредима, посебно код изучавања високоапстрактних појмова (структура супстанци, ток хемијске реакције, хемијска кинетика, термохемија) пожељно је према потреби користити и инструкције примерене конкретно операционој фази

мишљења уз већи удео макроскопског нивоа представљања знања. Основне хемијске концепте (концепт о корпускуларној грађи супстанци, концепт одржања материје, концепт равнотеже) треба засновати на брижљиво одабраним садржајима са високом информативном вредношћу за ученике, при чему наставне ситуације треба дизајнирати тако да мотивишу ученике за њихово изучавање. Посебно је важно да ученици разумеју развојност концепата и теорија у хемији, (на пример, развојност концепта о корпускуларној грађи супстанци кроз развојност теорија о структури атома и развојност теорија хемијске везе). За разумевање хемијских концепата од највећег је значаја хемијска научна писменост која у овом узрасту подразумева познавање хемијске научне терминологије, номенклатуре и симболике на нивоу основне научне комуникације. У области неорганске и органске хемије, због многобројности изучаваних објеката (хемијских елемената и њихових једињења), веома је важно бавити се проблематиком класификација, класификационих система и хијерархијских односа у њима. Посебно је важно инсистирати на систематском организовању знања применом концептних мапа, као и радити на развоју функционалних и дескриптивних критеријума класификације у концептуалне. Потребно је истаћи да је Периодни систем елемената најсавршенији класификациони систем у природним наукама и оспособити ученике да га користе за дедукцију својстава хемијских елемената и њихових једињења. За изучавање сложених технолошких поступака и комплексних метаболичких процеса погодна је користити шематске репрезентације.

Настава хемије у гимназији треба да омогући ученицима и стицање одговарајућих техничко-технолошких знања. С обзиром да ученици средњошколског узраста разумеју узрочно-последичне везе у изучавању оваквих садржаја треба инсистирати на корисности и ризицима од хемијске производње. Треба имати у виду да се ученици током гимназијског образовања професионално опредељују, те сходно томе бирати садржаје тако да се у прегледу сагледају значајне савремене хемијске технологије. При томе, посебно треба истицати убрзани техничко-технолошки развој и неопходност перманентног образовања у овој области. Садржаје о хемијским аспектима заштите животне средине радити у корелацији са наставом биологије, превасходно екологије. За ученике друштвено-језичког смера знања из ове области су део опште културе и треба да их разумеју само у функцији одрживог развоја. За развој ових знања погодне су метода ученичких пројеката и наставне екскурзије.

Настава хемије треба да омогући развој процедуралних хемијских знања. Кроз лабораторијске вежбе ученици треба да овладају лабораторијским техникама и техникама различитих мерења у хемији. Ученици треба да воде лабораторијски дневник.

Настава хемије у гимназији треба да оспособи ученике за самостално коришћење савремених информационих технологија у учењу, претраживању хемијских информација и савременој комуникацији у хемији. За развој комуникацијских способности посебно је погодна метода ученичких пројеката. Израда самосталних или групних ученичких пројеката у хемији мотивише ученике да претражују изворе хемијских информација, изнесу сопствене идеје у форми хипотеза, да их образложе, планирају истраживање, спроведу га, елаборирају, критички процењују добијене резултате и преузимају одговорност. За развој метакогнитивних знања (свест о сопственом знању) у гимназијској настави хемије, погодна је користити методу концептног мапирања.

Ученичка постигнућа треба континуирано пратити као усмену и писану евалуацију, а посебно пажњу треба посветити евалуацији процедуралних знања и њиховом уделу у укупној оцени ученика.

Редослед наставних тема је обавезујући, а предлаже се следећи број часова, потребних за њихову реализацију, као оријентациони:

**У првом разреду** – Увод у хемију (2), Врсте супстанци (2), Структура атома (8), Хемијске везе и међумолекулске интеракције (11), Дисперзни системи (9), Хемијске реакције (12), Киселине, базе и соли (12), Оксидоредукционе реакције (7); Периодни систем

елемената (1); Водоник (1); Елементи 1. групе Периодног система елемената (3); Елементи 2. групе Периодног система елемената (3); Елементи 13. групе Периодног система елемената (4).

Садржаји програма **вежби за први разред** – Увод у лабораторијску технику (5); Основне лабораторијске операције (5); Дисперзни системи (3); Хемијске реакције (4); Киселине, базе и соли (4); Оксидоредукционе реакције (2); Реакције и својства неорганских супстанци (7).

**У другом разреду** – Елементи 14. групе периодног система (5), Елементи 15. групе периодног система елемената (5), Елементи 16. групе периодног система елемената (5), Елементи 17. групе периодног система елемената (5), Елементи 18. групе периодног система елемената (1), Прелазни метали (9), Лантаниди и актиниди (1), Увод у органску хемију (5); Алкани и циклоалкани (5); Алкени и диени (5); Алкини (2); Полимери (3), Ароматични угљоводоници (4); Халогени деривати угљоводоника (3); Алкохоли и феноли (6); Етри (2); Алдехиди и кетони (5); Хемијски аспекти загађивања животне средине (2).

Садржаји програма **вежби за други разред** – Реакције и својства неорганских супстанци (16); Методе изоловања и пречишћавања органских једињења (8); Реакције и својства органских једињења (8).

**У трећем разреду** – Карбоксилне киселине и њихови деривати (6); Органска једињења са азотом (3); Органска једињења са сумпором (2); Хетероциклична једињења (2); Боје (2); Методе карактеризације органских једињења (1); Угљени хидрати (7); Липиди (5); Алкалоиди и антибиотици (3); Протеини (9); Витамини и хормони (2); Нуклеинске киселине (6); Основи метаболизма (9); Биотехнологија и њене могућности (1); Хемијски аспекти загађивања животне средине (2).

Садржаји програма **вежби за трећи разред** – Реакције и својства органских супстанци (6); Препаративна органска хемија (3); Интеракција електромагнетног зрачења и хемијских супстанци (1).

## БИОЛОГИЈА

### Циљ и задаци

**Циљ** наставе биологије је да ученици развију биолошку, општу научну и језичку писменост, интересовања за биологију као науку, уз примену концепта одрживог развоја, мотивацију за учење, способности, вештине и ставове корисне за њихово академско образовање, професионални развој и свакодневни живот, потребне за заштиту здравља и одабир квалитетног животног стила.

**Задатак** наставе биологије у трећем разреду је да оспособи ученика да:

- представи биохемијске, анатомске и морфолошке карактеристике прокариотске и еукариотске ћелије које илуструју јединство живота на Земљи;
- тумачи шеме ћелијског циклуса и ћелијских деоба у контексту раста и размножавања;
- на једноставним примерима прикаже дејство вируса на жива бића;
- примењује поступке заштите од болести које изазивају вируси, бактерије и гљиве, протисти и животиње;
- пореди грађу органа и органских система код различитих група животиња уочавајући њихову сличност и јединство порекла у општем плану грађе;
- дискутује о животним функцијама различитих нивоа организације живих система (од ћелије до организма);
- прикаже усложњавање физиолошких функција биљака и животиња у еволуционо-филогенетском контексту;
- на једноставним примерима илуструје везу између промена у спољашњој средини и промена у понашању и физиологији (аклиматизација и аклимација) регулатора и конформиста у контексту одржавања хомеостазе;
- реши једноставне проблемске ситуације на тему успостављања нарушене хомеостазе;
- разликује резултате лабораторијских анализа крви и урина у односу на физиолошке вредности и познају улогу крвних група у трансфузији и трансплантацији;

– интерпретира утицај нездравог начина живота на развој органских поремећаја и болести;

– учествује, самостално или у групи, у прикупљању, презентацији и тумачењу података о начину живота, пореклу и распрострањености бактерија, алги, гљива, лишајева, биљака и животиња;

– прикупи, представи и протумачи податке добијене у једноставним истраживањима о физиолошким процесима биљака, животиња и човека.

### III разред

(3 часа недељно, 105 часова годишње; 95 часова теорије и 10 часова вежби)

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### I ОСНОВНЕ ОДЛИКЕ ЖИВОГ СВЕТА (8 ЧАСОВА)

Предмет изучавања биологије; биолошке дисциплине и значај; особине живог света.

Разноврсност и јединство живота (илустровани моделом „дрво живота” са доменима и царствима), међузависност живих организама, теорија еволуције (као једино научно објашњење разноврсности, јединства, биохемијске и еколошке повезаности свих живих организама).

Хемијски састав живих система, неорганичке супстанце и физичко-хемијска својства воде важна за њихове улоге у живим системима. Угљени хидрати, липиди (хемијска својства, заступљеност у живом свету и значај), протеини (хемијски састав, структура; ензими као регулатори животних процеса, нуклеинске киселине – грађа и значај у живом свету; АТФ).

### II ГРАЂА И ФУНКЦИЈА ЋЕЛИЈЕ (31 ЧАС)

#### Организација ћелије (14 часова)

Опште одлике ћелије. Особине и специфичности прокариотске ћелије. Основне карактеристике еукариотске ћелије (грађа и улога ћелијске мембране, транспорт кроз мембрану цитоза, пасивни и активни транспорт).

Цитоплазма и цитоплазматичне органеле и структуре. Једно, рибозоми, ендоплазматични ретикулум, Голџијев комплекс, лизозоми, пероксизоми, глиоксизоми, митохондрије; цитоскелет – микрофиламенти, микротубуле, центриоле, бичеви и трепље.

Специфичности биљне ћелије: пластиди, вакуоле и ћелијски зид. Разлике биљне и животињске ћелије.

#### Метаболизам ћелије (8 часова)

Метаболизам ћелије и регулаторна једињења (ензими, витамини).

Катаболички процеси у ћелији: катаболизам угљених хидрата (гликолиза, Кребсов циклус и оксидативна фосфорилација), катаболизам протеина и липида. Повезаност катаболичких процеса.

Анаболички процеси у ћелији: фотосинтеза (светла фаза, фотосинтетичка фосфорилација, Калвинов циклус) и хемосинтеза.

#### Деоба ћелије (9 часова)

Начини размножавања у живом свету. Ћелијска деоба: проста и сложена, ћелијски циклус.

Митоза: ток и значај.

Мејоза: ток и значај.

Диференцираност ћелија у вишећелијском организму, међућелијске комуникације, појам ткива.

### III РАЗНОВРСНОСТ ЖИВОГ СВЕТА – БИОДИВЕРЗИТЕТ (21 ЧАС)

**Вируси.** Основне карактеристике, дејство вируса на жива бића и теорије о постанку. Најпознатије вирусне болести и мере превенције.

**Класична и савремена систематика.** Карл Лине, бинарна номенклатура, таксон и хијерархија таксономских нивоа. Савремена систематика као реконструкција еволуционе историје врста. Домени и царства. Бактерије, архее, протисте и гљиве. Распрострањење и начин живота бактерија, археа, протиста и гљива.

**Царство биљака.** Основне карактеристике. Биљна ткива: творна и трајна. Вегетативни органи биљака. Репродуктивни органи биљака и редукција гаметофит фазе током еволуције. Животни циклус биљака: вегетативна и репродуктивна фаза у развићу. Клијање и дорманција семена. Растење и развиће вегетативних органа. Регулатори растења и развића биљака (ауксини, гиберелини). Цветање, вернализација и фотопериодизам. Оплођење, развиће плода и семена. Мировање, старење, опадање листова и плодова. Покрети биљака. Разноврсност и значај биљака.

**Царство животиња.** Теорије о настанку вишећелијности. Ниво организационе сложености животиња: ћелијски, ћелијско-ткивни, ткивно-органски, органско-системски. Главни типови животиња и појава еволуционих новина у историји царства (симетрија, цефализација, метамерија, телесне шупљине). Разноврсност, распрострањење и начин живота. Социјално и репродуктивно понашање животиња. Адаптације и еволуциони трендови у вези са освајањем копнене средине. Биолошке прилагођености на паразитски начин живота.

### IV ЧОВЕК И ЗДРАВЉЕ (45 ЧАСОВА)

**Основни принципи функционисања и регулације живих система.** Адаптивни карактер биолошке организације. Однос између организма и животне средине (регулатори и конформери). Биолошке адаптације: аклиматизација и аклимација. Хомеостаза.

#### Рецепторско-ефекторски систем.

Грађа и улога рецептора. Чулни органи човека. Ефектори: мишићи и жлезде. Мишићно ткиво, периферна синапса и мишићна контракција.

Нервно ткиво: грађа и улога. Облици нервног система код различитих група животиња.

Функционисање нервног система: настанак и пренос нервног импулса. Централна синапса. Нервни центри (конвергенција, дивергенција, реципрочна инхибиција, ланчане везе).

Мозак. Условни и безусловни рефлекс. Учење и памћење.

Кичмена мождина.

Вегетативни нервни систем. Болести и поремећаји чулног и нервног система и мере превенције.

Нервна и хуморална регулација физиолошких функција.

Ендокрине жлезде и хормони (хипофиза, епифиза, штитна жлезда, параштитне жлезде, тимус, панкреас, надбубрежне жлезде, полне жлезде; неурохуморална регулација сексуалног понашања). Повратна спрега и ритмичност функција. Стрес. Поремећаји у функционисању ендокриних жлезда.

Основни принципи терморегулације.

**Кожа.** Грађа (епителијално, влакнasto везивно, масно, хрскавичаво и коштанo ткиво) и деривати коже. Егзокрине жлезде. Болести коже, мере превенције и хигијена.

**Скелетни систем.** Грађа, улога и болести скелетног система. Мере превенције.

**Систем органа за варење.** Основни принципи здраве исхране, неурохуморална регулација варења и поремећаји исхране.

**Респираторни систем:** грађа, покрети дисања и нервна регулација респирације. Болести респираторног система и мере превенције.

**Систем органа за циркулацију:** плућна и системска циркулација. Срце: грађа и функција. Неурохуморална регулација срчане активности. Лимфни систем. Телесне течности, крв и лимфа. Имуни систем. Болести крвног система и мере превенције.

**Екскреторни систем.** Нефрон. Стварање мокраће. Физичке и хемијске особине мокраће.

**Репродуктивни систем** и ендокрина регулација репродуктивне функције. Трудноћа и контрацепција. Болести репродуктивних органа и мере превенције.

Значај физичке активности и промовисање здравог начина живота.



## Вежбе:

1. Техника микроскопирања, посматрање биљних и животињских ћелија.
2. Плазмолиза и деплазмолиза.
3. Изоловање фотосинтетских пигмената.
4. Гајење биљака у хранљивом раствору.
5. Разликовање резултата лабораторијских анализа крви и урина у односу на физиолошке вредности.
6. Мерење капацитета плућа помоћу спирометра; разлике у полу, узрасту, кондицији (уколико у школи постоје услови); мерење фреквенције дисања човека (утицај физичког напора).
7. Митоза, мејоза – коришћење модела.
8. Мерење потрошње CO<sub>2</sub> (уколико у школи постоје услови).
9. Мерење крвног притиска и пулса код људи, утицај физичког напора.
10. Математички низови бројева. Фибоначијев низ, златни пресек и златна спирала у биологији – примери.

### IV разред

(3 часа недељно, 93 часа годишње; 83 часа теорије и 10 часова вежби)

Задатак наставе биологије у четвртном разреду је да оспособи ученика да:

- критички дискутује о постанку, јединственом пореклу и еволуцији живота на Земљи кроз универзалност молекуларно-биолошких процеса;
- повезује структуру и функцију нуклеинских киселина са синтезом протеина и регулацијом активности гена изграђујући критички однос према примени биотехнологија (ГМО, клонирање, матичне ћелије итд);
- упореди процесе настанка полних ћелија и ступеве онтогенетског развића животиња;
- користи генетичке термине у дискусији о наслеђивању (ген, алел, хромозом, геном, генотип, фенотип) и решава задатке из генетике применом правила наслеђивања;
- познаје начине генетичке детерминације најчешћих наследних болести човека примењујући то знање у сврхе превенције и изградње толерантног става према оболелима;
- демонстрира на примерима, значај генетичке варијабилности у популацији за деловање еволуционих механизма и постанак врста;
- повезује еколошке нивое организације живог света и тумачи односе међу члановима екосистема са аспекта њихове коеволуције;
- тумачи кроз биогеохемијске циклусе међусобне утицаје екосистема и повезује их са глобалним последицама загађења животне средине;
- учествује у заштити свог окружења, природе и биодиверзитета контролисаним коришћењем ресурса и правилним одлагањем отпада;
- прикупи, представи и протумачи податке о стању угрожености животне средине са аспекта значаја одрживог развоја.

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### I БИОЛОГИЈА РАЗВИЋА (12 ЧАСОВА)

- Репродукција; типови размножавања животиња; (гамети; једнополни и двополни организми).
- Гаметогенеза.
- Оплођење, браздање, бластулација, гаструлација.
- Касне фазе развоја ембриона: неуролација, индукција, органогенеза.
- Екстраембрионалне творевине амниота.
- Послембрионално развиће: метаморфоза, регенерација, старење.
- Индивидуално развиће човека.

### II ОСНОВИ МОЛЕКУЛАРНЕ БИОЛОГИЈЕ (12 ЧАСОВА)

- Предмет и значај проучавања молекуларне биологије. Нуклеинске киселине и протеини. Молекуларна основа гена и генома.
- Репликација и мутабилност ДНК.
- Транскрипција и обрада примарног транскрипта. Алтернативна обрада транскрипта.
- Транслација. Генска експресија током развића. Поремећаји генске експресије у регулацији ћелијске репродукције и развој канцера. Утицај канцерогена.
- Однос гена, протеина, као генских производа, и особина. Биохемијска основа развића и диференцијација организама.
- Могућности интервенисања и мењања наследног материјала. Рекомбинантна ДНК. Генетичко инжењерство.

### III ГЕНЕТИКА (29 ЧАСОВА)

- Историјски преглед теорија наслеђивања особина.
- Основна правила наслеђивања (Менделови експерименти).
- Типови наслеђивања особина: доминантно-рецесивно, интермедијарно, кододоминантно наслеђивање, комплементарност, епистаза, адитивност, полно наслеђивање.
- Извори генетичке варијабилности: комбиновање гена и хромозома, рекомбинација гена. Мутације: генске мутације (постанак, учесталост и последице), промене у структури хромозома (дупликације, делеције, транслокације, инверзије), промене у броју хромозома.
- Утицај средине на изазивање наследних промена (физички, хемијски и биолошки мутагени).
- Генетичка детерминација полности.
- Наслеђивање особина код људи. Наследне болести.
- Генетичка структура популација (Харди-Вајнбергов принцип).
- Укрштање у сродству (степен и коефицијент сродства).
- Генетичка основа наследних болести. Кариотип. Пренатална дијагностика (амниоцентеза, хорионске чупице) и генетичка саветовалишта. Третман наследних болести.

### IV ОСНОВИ ЕВОЛУЦИОНЕ БИОЛОГИЈЕ (18 ЧАСОВА)

- Теорије о настанку живота на Земљи. Ламаркова теорија еволуције. Дарвинова теорија еволуције. Савремена теорија еволуције.
- Основни чиниоци еволуције: мутације, миграције, генетички дрефт, природна селекција.
- Постанак врста и теорије специјације. Коеволуција.
- Вештачка селекција и примена у хортикултури и пољопривреди.
- Фосили. Развој живог света на геолошкој скали времена. Изумирање врста.
- Основи антропологије. Опште карактеристике примата, посебне морфолошке карактеристике хоминида, филогенија људске врсте. Биолошка еволуција и адаптације човека на живот у великим, сложеним заједницама (еволуција мозга и говора). Социјална и културна еволуција човека.

### V ЕКОЛОГИЈА, ЗАШТИТА И УНАПРЕЂИВАЊЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ (22 ЧАСА)

- Основни еколошки појмови.
- Еколошки фактори – биотички и абиотички.
- Животна форма. Еколошка ниша.
- Основне карактеристике еколошких биосистема: популација, биоценоза, екосистем, биосфера.
- Однос организма и животне средине.
- Међусобни односи организама у биоценози.
- Односи исхране – произвођачи, потрошачи, разлагачи. Трофички нивои.
- Кружење материје и протицање енергије.
- Промене у природи под утицајем човека и концепт одрживог развоја.
- Појам загађења, извори и врсте загађивања и нарушавања животне средине и могућности заштите. Биоиндикатори загађене средине. Мониторинг систем.



Заштита природе и угрожених врста. Природни резервати и Црвена књига. Интродукција, реинтродукција, доместификација.

### Вежбе:

Моделовање величине генома *E. coli*.

Секвенционирање ДНК.

Израда модела нуклеозома и симулирање модификације хистона.

Генетичка шифра – задаци.

Типови наслеђивања особина – задаци.

Родослови – задаци.

Израда и анализа родослова породице ученика.

Хумани кариограм (израда кариограма од фотографисаних хуманих митотичких хромозома).

Популациона генетика – Харди-Вајнбергов принцип – задаци.

Пројектна активност: тимски истраживачки рад везан за проблематику угрожавања непосредне животне средине уз поштовање принципа одрживог развоја.

## НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

Наставним планом Математичке гимназије предвиђено је да се настава биологије реализује у трећем и четвртм разреду са по три часа. Програм предмета има општеобразовни карактер, представља наставак програма биологије за основну школу и са њим чини јединствену целину. Конципиран је да допринесе формирању опште културе ученика, развоју свести ученика о вредности науке уопште, о јединству и драгоценисти живота, о потреби и начинима да се очува здравље, о потреби да се очува животна средина свих врста живих бића и начинима да се то постигне путем одрживог развоја људске цивилизације. Истовремено, структура програма даје солидну основу за изучавање биологије и других природних и техничких наука за које се ученици опредељују у току даљег школовања.

Програм се састоји од наставних тема које представљају логичке целине. Потребан број часова за реализацију сваке теме дат је оквирно, а одређује га наставник. Задаци наставе биологије су груписани по разредима, одговарају планираним наставним темама и воде развоју предметних и међупредметних компетенција. Степен развијености компетенција проверава се стандардима.

Током остваривања програма потребно је уважити високу образовну и мотивациону вредност активних и интерактивних (кооперативних) метода наставе/учења те кроз све програмске целине доследно осигурати њихову примену. Улога наставника је да наставу организује тако да ученике подстиче, храбри и подржава у процесу учења, самосталном организовању активности и реализацији пројеката.

Избор наставних метода зависи од циља наставе, способности ученика, расположивих наставних средстава и учила, као и опремљености кабинета. Вербално-текстуалне методе треба да буду мање заступљене. Предност треба дати дидактичким моделима који у себи интегришу различите облике, методе и средства наставног рада, као што су модели проблемске, програмиране, егземпларне, тимске и индивидуализоване наставе. Пожељно је применити и друге иновативне моделе наставе као што су интегративна, пројектна и интерактивна настава.

У интерактивној настави предност треба дати групном начину рада и индивидуализованој настави. Ови начини организације наставе помажу ученицима да науче како се учи, да напредују у учењу сопственим темпом, да развијају унутрашњу мотивацију (потребу за сазнавањем) и иницијативу, да развијају вештину комуникације, аргументовани дијалог, толерантно понашање и солидарност. Користе се активни начини учења, као што је комбинација програмиране наставе (нпр.: програмиран материјал многи наставници стављају на странице друштвених мрежа или сајтове школа, па се ученици служе тим материјалима и уче темпом који им одговара) и проблемске наставе (на часу ученици, користећи стечена знања, решавају проблем који наставник формулише) или учење путем открића (наставник инструкцијама усмерава ученике који

самостално истражују, структуришу чињенице и извлаче закључке; тако сами упознају стратегије учења и методе решавања проблема, што омогућава развој унутрашње мотивације, дивергентног мишљења, које отвара нове идеје и могућа решења проблема). На интернету, коришћењем речи *WebQuest*, *project-based learning*, *thematic units*, могу се наћи примери инструмената за праћење и проверу ученичких постигнућа, који се, уз прилагођавање условима рада, могу користити у настави. Такође, примери добре праксе се могу наћи на сајту [www.kreativnaskola.rs](http://www.kreativnaskola.rs) у бази знања.

У току реализације програма потребно је водити рачуна о претходно стеченом знању ученика. Због развијања међупредметних компетенција неопходно је успоставити корелацију биологије са информатиком и рачунарством (информатичка и програмерска знања ученици користе за приказивање биолошких појмова и процеса изразом презентација, програма, филмова...), хемијом (извођење хемијских реакција коришћењем биолошких материјала), физиком (тумачење настанка планете Земље и живота на њој и биолошких процеса уз помоћ физичких законитости), филозофијом (теорије постанка живота на Земљи), географијом (разумевање распрострањења живих бића и заступљености организама током геолошких периода), математиком (коришћење вероватноће и статистике за разумевања генетичких законитости), српским језиком (развијање реторичких способности ученика учествовањем у дебатама о биолошким феноменима, подстицање ученика на писање есеја о биолошким проблемима) ликовном културом (израда модела, задних слика и панорама) и страним језицима који се уче у школи (развијање реторичких способности ученика учествовањем у дебатама о биолошким феноменима, подстицање ученика на писање есеја о биолошким проблемима, израда презентација, превођење текстова) и физичким васпитањем (развијање свести о значају физичких активности, вежбања, обликовању тела, развијање навике вежбања и одабир здравог начина живота применом знања о грађи и функционисању људског тела). Кад год је могуће, потребно је са ученицима организовати дебате са темама о хуманим односима међу половима, репродуктивном здрављу, ризичном понашању, биотехнологијама и др. Свака дискусија може да се осмисли као групна активност и искористи за развијање способности ученика да изнесе и вреднују аргументе на основу доказа да би закључке дискусије (нпр.: о заштити здравља вакцинацијом или методама лечења болести) вредновали на основу заснованости аргументације изнете у њој што представља најважније постигнуће у развоју научне писмености.

Нивои постигнућа ученика су дефинисани образовним стандардима, због чега у настави треба користити задатке који захтевају разумевање и примену наученог у свакодневном животу и решавање проблемских ситуација. Приликом оцењивања треба примењивати и формативно и сумативно оцењивање, у складу са Правилником, и информисати ученике о критеријумима оцењивања. У поступак оцењивања, кад год је то могуће, треба укључити ученике јер се тако код ученика развија однос према вредности сопственог рада и постигнутим резултатима.

За реализацију програма биологије неопходно је да школа обезбеди минимум наставних средстава што је предвиђено и регулисано Правилником о ближим условима у погледу простора, опреме и наставних средстава за гимназију. У обради неких наставних јединица или извођењу вежби могу се користити ресурси локалне заједнице, као што је нпр.: сарадња са здравственим и ветеринарским институцијама, итд.

## АНАЛИЗА СА АЛГЕБРОМ

### Циљ и задаци

Циљ наставног предмета Анализа с алгебром јесте да ученици стекну математичке компетенције (знања, вештине и вредносне ставове) које су потребне за схватање појава и законитости у природи и друштву, да ученике оспособи за примену усвојених математичких знања у решавању разноврсних задатака из животне праксе, припреми их за настављање математичког образовања, као и за изучавање оних наука и њихових примена у којима се

математика (посебно, анализа и алгебра) користе и да допринесе развијању менталних способности, формирању научног погледа на свет и свестраном развоју личности ученика.

**Задаци** наставе анализе с алгебром су да ученици:

- развијају логичко и апстрактно мишљење;
- развијају способности јасног и прецизног изражавања и коришћења математичко-логичког језика;
- развијају способности одређивања и процене квантитативних величина и њихових односа;
- разумеју функционалне зависности, њихово представљање и примену;
- развијају систематичност, уредност, прецизност, темељност, креативност и критичност у раду; развијају радне навике и способности за самостални и групни рад;
- стичу знања и вештине корисне за трансфер у друге предмете и развијају способности за правилно коришћење стручне литературе;
- формирају свест о универзалности и примени математичког начина мишљења;
- буду подстакнути на стручни развој и усавршавање у складу с индивидуалним способностима и потребама друштва;
- развијају способности потребне за решавање проблема и нових ситуација у процесу рада и у свакодневном животу.

### I разред

(4 часа недељно, 140 часова годишње)

#### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

##### 1. ЕЛЕМЕНТИ МАТЕМАТИЧКЕ ЛОГИКЕ И ТЕОРИЈЕ СКУПОВА (19 часова)

Основне логичке и скуповне операције. Таутологије. Важни закони закључивања. Квантификатори. Уређени пар. Декартов производ. Бинарне релације. Релације еквиваленције, релације поретка. Функције. Својства 1-1 и „на”. Инверзна функција. Елементи комбинаторике: основни принципи – пребројавање коначних скупова.

##### 2. ПОЉЕ РЕАЛНИХ БРОЈЕВА (16 часова)

Преглед бројева – природни, цели, рационални и ирационални бројеви. Својства операција. Релација дељивости у скупу целих бројева. Апсолутна вредност.

##### 3. ЦЕЛИ И РАЦИОНАЛНИ АЛГЕБАРСКИ ИЗРАЗИ (34 часа)

Полиноми; основни идентитети. Дељивост полинома. Безуова теорема. Факторизација полинома. НЗД и НЗС полинома. Еуклидов алгоритам. Трансформације рационалних израза. Неке важније неједнакости.

##### 4. ЛИНЕАРНЕ ЈЕДНАЧИНЕ, НЕЈЕДНАЧИНЕ И ФУНКЦИЈЕ (29 часова)

Линеарна функција и њен график. Линеарне једначине са једном и више непознатих. Системи линеарних једначина са две и три непознате; решавање разним методама. Примене. Линеарне неједначине и системи линеарних неједначина. Елементи линеарног програмирања.

##### 5. СТЕПЕНОВАЊЕ И КОРЕНОВАЊЕ (28 часова)

Степен чији је изложилац цео број . Функција и њен график. Корен – дефиниција и својства. Степен чији је изложилац рационалан број. Основне операције са степенима и коренима. Трансформације ирационалних израза.

Напомена: Обавезна су три двочасовна и један четворочасовни писмени задатак са једночасовним исправкама (14).

### II разред

(4 часа недељно, 140 часова годишње)

#### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

##### 1. ПОЉЕ КОМПЛЕКСНИХ БРОЈЕВА (8 часова)

Комплексни бројеви – дефиниција и својства. Операције са комплексним бројевима. Геометријска интерпретација комплексних бројева.

##### 2. КВАДРАТНА ЈЕДНАЧИНА И КВАДРАТНА ФУНКЦИЈА (27 часова)

Квадратна једначина са једном непознатом и њено решавање. Природа решења квадратне једначине. Вијетове формуле. Растављање квадратног тринома на чиниоце. Једначине које се свode на квадратне. Квадратна функција. Квадратне неједначине. Системи квадратних једначина са графичком интерпретацијом. Ирационалне једначине и неједначине.

##### 3. ЕКСПОНЕНЦИЈАЛНА И ЛОГАРИТАМСКА ФУНКЦИЈА (25 часова)

Експоненцијална функција – појам, својства и график. Експоненцијалне једначине и неједначине. Појам логаритма, основна својства. Логаритамска функција и њен график. Логаритамске једначине и неједначине.

##### 4. МЕТОДА МАТЕМАТИЧКЕ ИНДУКЦИЈЕ (10 часова)

Математичка индукција и њене примене.

##### 5. КОМБИНАТОРИКА. БИНОМНА ФОРМУЛА (28 часова)

Варијације, пермутације, комбинације. Формула укључивања и искључивања. Биномни коефицијенти и њихова својства. Биномна и полиномна формула.

##### 6. ЕЛЕМЕНТАРНА ТЕОРИЈА БРОЈЕВА (28 часова)

Дељивост целих бројева. Прости бројеви и основни став аритметике. Конгруенције. Мала Фермаова теорема, Ојлерова теорема, Вилсонова теорема. Диофантове једначине. О криптографији; метода РСА.

Напомена: Обавезна су три двочасовна и један четворочасовни писмени задатак са једночасовним исправкама (14).

### III разред

(4 часа недељно, 140 часова годишње)

#### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

##### 1. ТРИГОНОМЕТРИЈСКИ ОБЛИК КОМПЛЕКСНОГ БРОЈА (15 часова)

Тригонометријски облик комплексног броја; операције. Моаврова формула. Кореновање у скупу комплексних бројева. Примена комплексних бројева у геометрији.

##### 2. ПОЛИНОМИ (19 часова)

Полиноми са комплексним коефицијентима. Основни став алгебре. Факторизација полинома. Вијетове формуле. Полиноми са реалним коефицијентима. Полиноми са целобројним коефицијентима. Једначине и системи једначина вишег степена. Трансцендентни бројеви и функције. Геометријске конструкције лењиром и шестаром, антички проблеми удвостручења коцке, трисекције угла и квадратуре круга.

##### 3. АКСИОМАТСКО ЗАСНИВАЊЕ РЕАЛНИХ БРОЈЕВА (15 часова)

Осврт на поље рационалних бројева. Својство непрекидности скупа реалних бројева. Децимално представљање реалних бројева. Густина скупова рационалних и ирационалних бројева.

#### 4. НИЗОВИ (28 часова)

Основни појмови о низовима (дефиниција, задавање, монотонија, ограниченост, операције). Аритметички низ. Геометријски низ. Једноставније диференцне једначине.

Гранична вредност бесконачног низа. Основне теореме о граничним вредностима збира, разлике, производа и количника низова. Теорема о монотоним и ограниченем низу. Број  $e$ . Геометријски ред.

#### 5. РЕАЛНЕ ФУНКЦИЈЕ ЈЕДНЕ ПРОМЕНЉИВЕ (25 часова)

Својства функција (дефинисаност, парност, монотоност, ограниченост, периодичност, нуле). Сложена функција. Инверзна функција. Преглед елементарних функција.

Гранична вредност функције. Основне операције са граничним вредностима функције. Асимптоте. Непрекидност функције. Својства непрекидних функција.

#### 6. ИЗВОД ФУНКЦИЈЕ (24 часа)

Извод функције; геометријска и механичка интерпретација. Основне теореме о изводу (извод збира, производа, количника, сложене функције). Изводи елементарних функција. Извод инверзне функције. Изводи вишег реда. Лајбницева формула. Диференцијал функције.

Напомена: Обавезна су три двочасовна и један четворочасовни писмени задатак са једночасовним исправкама (14).

### IV разред

(4 часа недељно, 124 часа годишње)

#### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

##### 1. ПРИМЕНЕ ДИФЕРЕНЦИЈАЛНОГ РАЧУНА (42 часа)

Теореме о средњој вредности (Ролова, Лагранжова и Кошијева). Лопиталова правила. Тејлорова и Маклоренова формула. Испитивање функција (монотоност, екстремуми, конвексност, прелојне тачке).

##### 2. НЕОДРЕЂЕНИ ИНТЕГРАЛ (25 часова)

Примитивна функција и неодређени интеграл. Основне теореме о интегралу. Интеграл неких елементарних функција. Таблица интеграла. Метод смене. Парцијална интеграција. Интеграција рационалних, неких ирационалних и тригонометријских функција.

##### 3. ОДРЕЂЕНИ ИНТЕГРАЛ (24 часа)

Одређени интеграл. Елементарни примери интеграције. Њутн-Лајбницева формула. Основна својства одређеног интеграла. Појам несвојственог интеграла. Површине равних фигура. Дужина лука криве. Површина и запремина ротационог тела. Примери из геометрије и физике.

##### 4. ДИФЕРЕНЦИЈАЛНЕ ЈЕДНАЧИНЕ (19 часова)

Диференцијална једначина и њено решење. Примери формирања диференцијалних једначина. Решавање диференцијалних једначина првог реда раздвајањем променљивих. Хомогена диференцијална једначина. Линеарна диференцијална једначина првог реда. Најједноставнији примери диференцијалних једначина другог реда.

Напомена: Обавезна су три двочасовна и један четворочасовни писмени задатак са једночасовним исправкама (14).

#### НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

Основне карактеристике програма Анализе с алгебром су: усклађеност са програмом математике за основну школу, логичка повезаност садржаја и настојање, где год је то могуће, да садржаји претходе садржајима других предмета у којима се примењују. При избору садржаја програма узета је у обзир значајна образовна

функција наставе Анализе с алгебром (стицање нових математичких знања, подизање нивоа математичког образовања ученика) и њен допринос даљем оспособљавању ученика да логички мисле и стваралачки приступају решавању различитих проблема.

За реализацију циља и задатака наставе Анализе с алгебром изабрани су садржаји програма који су довољно приступачни свим ученицима, а могу и стимулативно деловати на ученике јер имају могућност да их усвоје и на нешто вишем нивоу (већи степен апстракције и генерализације, синтезе и примене, стваралачко решавање проблема). Строгост у интерпретацији садржаја треба да буде присутна у прихватљивој мери, уз ослањање на математичку интуицију и њено даље развијање, тј. мотивација и интуитивно схватање проблема треба да претходе строгиности и критичности, а излагање градива мора бити праћено добро одабраним примерима и тек након довољног броја урађених таквих примера треба приступити генерализацији појма, чињенице и сл.

У програму је годишњи фонд часова за сваки разред подељен по темама. Укупан број часова који је наведен за сваку тему представља оријентациони број часова у оквиру којег треба реализовати одговарајуће садржаје. Приликом израде оперативних планова наставник распоређује укупан број часова предвиђен за поједине теме по типовима часова (обрада новог градива, утврђивање и увежбавање, понављање, проверавање и систематизација знања), водећи рачуна о циљу и задацима предмета.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, као и на њихову природну радозналост, настојећи да ученици самостално откривају онолики део наставног градива и самостално изводе закључке колико је то у датој ситуацији могуће. Основна улога наставника је да буде организатор наставног процеса, да подстиче, организује и усмерава активност ученика. Ученике треба упућивати да, осим убеника, користе и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а ученици оспособљени за примену у решавању разноврсних задатака.

На часовима треба комбиновати различите методе и облике рада, што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини интересантнијом и ефикаснијом. Избор метода и облика рада зависи од од наставних садржаја и образовно-васпитних задатака које треба реализовати на часу, али и од специфичности одређеног одељења и индивидуалних карактеристика ученика.

У настави треба користити савремена наставна средства и одговарајуће софтверске пакете, у циљу развијања дигиталне компетенције ученика и њиховог оспособљавања за примену савремених информационих технологија у разним областима математике и других наука.

Праћење и вредновање постигнућа ученика треба да буде континуирано кроз праћење активности ученика на часу, домаће задатке, усмене провере, контролне вежбе и писмене задатке.

#### ОБЈАШЊЕЊА САДРЖАЈА ПРОГРАМА

##### I разред

**Логика и скупови.** – Ову тему треба реализовати кроз понављања, продубљивања и допуњавања оног што су ученици учили у основној школи. Ови логичко-скуповни садржаји (исказ, формула, логичке и скуповне операције, основни математички појмови, логичко закључивање и доказивање тврђења, релације и функције) основа су за виши ниво дедукције и строгиности у реализацији осталих садржаја програма Анализе са алгебром и других математичких предмета, а нагласак треба да буде на овладавању математичко-логичким језиком и разјашњавању суштине значајних математичких појмова и чињеница, без превеликих формализација.

Важан моменат у спречавању формализма и усмеравању паже на суштинска питања јесте правилно схватање улоге и места логичко-скуповне (па и геометријске) терминологије и симболике. Симболика треба да се користи у оној мери у којој олакшава изражавање и записе (а не да их компликује), штеди време (а не да захтева додатна објашњења), помаже да се градиво што боље разјасни (а не да отежава његово схватање).



Посебну пажњу већ на овом ступњу посветити појму функције. Дати и описну и формалну дефиницију овог појма и по потреби користити и једну и другу.

Елементе комбинаторике дати на једноставнијим примерима и задацима, као примену основних принципа пребројавања коначних скупова. Требало би имати у виду да обрадом ових садржаја није завршена и изградња појединих појмова, јер ће се они дограђивати и у каснијим програмским темама.

**Поље реалних бројева.** – У краћем прегледу бројева од природних до реалних, требало би извршити систематизацију знања о бројевима стеченог у основној школи, посебно истичући принцип перманенције својстава рачунских операција. Указати на важност својстава рачунских операција која представљају основу за рационализацију рачунања и трансформације израза у оквиру других тема. Истаћи кључне разлике између скупа рационалних и скупа реалних бројева, без инсистирања на формализацији. У зависности од конкретне ситуације, ово се може дати и на нешто вишем нивоу. Имајући у виду теме из индукције и теорије бројева у другом разреду, релацију дељивости целих бројева обрадити кроз задатке. Инсистирати на правилно схватању и коришћењу појма апсолутне вредности.

**Цели и рационални алгебарски изрази.** – Циљ ове теме је да ученици, користећи упозната својства операција са реалним бројевима, овладају идејама и поступцима вршења идентичних трансформација полинома и алгебарских разломака. При томе, тежиште треба да буде на разноврсности идеја, сврси и суштини тих трансформација. Одређену пажњу треба посветити важнијим неједнакостима (доказивање и примена: неједнакост између средина, и др.)

**Линеарне једначине, неједначине и функције.** – У оквиру ове теме требало би извршити продубљивање и извесно проширивање знања ученика о линеарним функцијама, једначинама и неједначинама која су стекли у основној школи, истичући појам еквивалентности једначина и неједначина и примену у њиховом решавању. Сада се појављују и једначине у којима је непозната у имениоцу разломка, као и оне које садрже параметре. Тежиште је на правилном схватању дискусије једначине, неједначине и њихових система. Системи једначина могу бити и са више од две непознате, а решавају се разним методама (детерминанте се могу користити за системе са највише три непознате). Важно је дати више врста примена једначина и неједначина и у оквиру тога, елементе линеарног програмирања (ограничити се на проблеме који се могу интерпретирати у равни и њихово геометријско решавање).

**Степеновање и кореновање.** – Овде треба посветити пуну пажњу усвајању појма степена и (аритметичког) корена и савлађивању операција са њима. Од посебног је значаја релација . При трансформацијама ирационалних израза разматрати (између осталог) рационалисање именилаца и увек водити рачуна о дефинисаности израза са којима се оперише. Функцију  $y=x^n$  испитивати само у неколико случајева ( $n \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ ), са закључком о облику графика када је изложилац  $n$  паран и када је  $n$  непаран број.

## II разред

**Поље комплексних бројева.** – У овом разреду се уведе комплексни бројеви и увежбавају операције у алгебарском облику. Пажњу посветити и геометријској интерпретацији, тј. појму комплексне равни.

**Квадратна једначина и квадратна функција.** – Садржаји ове теме значајни су са становишта систематског изграђивања алгебре и практичних примена. Решавати једначине са непознатом у имениоцу разломка које се свде на квадратне једначине, као и једначине са параметрима. Посебну пажњу посветити примени квадратних једначина и оних које се на њих свде, као и неједначина у решавању разноврсних проблема. Инсистирати на потпуном разумевању и коришћењу Вијетових правила и технике растављања квадратног тринoma. Неопходно је да ученици добро науче да скицирају и „читају” график квадратне функције. Квадратне неједначине  $t$  решавати користећи знања о знаку квадратног тринoma,

као и знања о решавању линеарних неједначина. Обратити пажњу на правилно решавање ирационалних једначина и неједначина разним методама.

**Експоненцијална и логаритамска функција.** – Скренути пажњу ученицима да ће строго формално увођење ових функција бити могуће у трећем разреду. Инсистирати на потпуном усвајању и могућности примене њихових особина, посебно када су у питању логаритми. Такође, користити графичке интерпретације, посебно код решавања експоненцијалних и логаритамских једначина и неједначина.

**Метода математичке индукције.** – Ученици би требало да схвате значај и суштину метода математичке индукције (у разним облицима) као посебног и ефикасног метода у математичкој за доказивање разноврсних тврђења. Посебно обрадити примере из дељивости, доказивања идентитета и неједнакости и других области. На примеру неједнакости између средина може се обрадити принцип регресивне индукције.

**Комбинаторика. Биномна формула.** – На основу раније стечених знања о пребројавању коначних скупова (основни принципи) приступити систематском изучавању разноврсних комбинаторних конфигурација (варијације, варијације без понављања, пермутације, варијације датог типа, комбинације, комбинације са понављањем). Тежиште је на што разноврснијим примерима и применама изведених формула. На једноставнијим примерима показати примену формуле укључивања и искључивања.

Инсистирати на познавању особина биномних коефицијената и биномној формули, као и њеној примени. Полиномну формулу интерпретирати на појединачним примерима.

**Елементарна теорија бројева.** – У почетку ове теме систематизовати знања ученика у вези са дељивошћу целих бројева, особинама простих бројева и основним ставом аритметике. Као основни појам увести конгруенцију и добро увежбати коришћење њихових особина, посебно у одређивању остатка степена датог броја, као и могућих остатака квадрата по датом модулу. Примену основних теорема (Фермаове, Ојлерове и Вилсонове) увежбати на једноставнијим примерима. Од Диофантових једначина обрадити линеарне и Питагорину, а иначе инсистирати на што разноврснијим примерима у којима се користе претходно научена знања о целим бројевима.

## III разред

**Тригонометријски облик комплексног броја.** – Неопходно је подсетити ученике на својства и операције са комплексним бројевима и поготово на комплексну раван. Нагласити погодност оперисања са комплексним бројевима у тригонометријском облику при множењу и дељењу, а нарочито при степеновању. Доказати Моаврову формулу математичком индукцијом. При свему инсистирати на геометријској интерпретацији и навести неколико примера примене комплексних бројева у геометрији (нпр.: задаци са правилним многоугловима) и тригонометрији (нпр.: извођење формула  $\sin nx$  и  $\cos nx$  преко  $\sin x$  и  $\cos x$ ).

**Полиноми.** – Значајно је ученике упознати са појмом дељивости у прстену полинома са комплексним коефицијентима. Објаснити ученицима (без доказивања) основни став алгебре. Користити Вијетова правила у разним примерима. Посебно треба проучавати својства полинома са реалним и полинома са рационалним коефицијентима. Поменути Карданов и Фераријев поступак за решавање једначина трећег и четвртог степена и то повезати са тригонометријским обликом комплексног броја. Системе једначина вишег степена треба обрађивати углавном кроз примере и задатке.

**Аксиоматско заснивање реалних бројева.** – С циљем схватања скупа реалних бројева неопходно је учинити осврт на својства природних, целих и рационалних бројева. Потребно је указати на то да скуп рационалних бројева није непрекидан и да је нужно проширење до скупа реалних бројева који има ово својство. Истакнути да се рационални бројеви могу изразити као бесконачно периодични децимални бројеви, а ирационални као бесконачно непериодични децимални бројеви. Може се доказати и став о непреобројивости скупа реалних бројева.

**Низови.** – На подесним и једноставним примерима објаснити појам низа као пресликавање скупа  $N$  у скуп  $R$  уз графичку интерпретацију. Као значајне примере низова, подробноје обрадити аритметички низ и геометријски низ. Обрадити само најједноставније диферендне једначине: линеарне са константним коефицијентима. Појам граничне вредности низа показати на што једноставнијим примерима и инсистирати на доказивању конвергенције низа по дефиницији. Доказати основне теореме о граничним вредностима низа и кроз бројне примере упутити ученике у примене тих теорема. Обратити пажњу на теорему о монотоном и ограниченом низу и кроз примере и задатке приближити ученицима ову материју.

**Реалне функције једне променљиве.** – Овде треба допунити и систематизовати ученичка знања о функцији и њеним основним својствима (дефинисаност, парност, монотоност, ограниченост, периодичност, нуле, знак, инверзна функција, итд.), а затим направити преглед (са графичким) елементарних функција. Упознавању граничне вредности функције треба да претходи интуитиван приступ појму непрекидности функције. Требало би се задржати на техници одређивања граничне вредности разних функција и налажењу асимптота. Упоредити функције по брзинама растања и опадања.

**Извод функције.** – Прво ученике треба упознати са појмовима прираштаја независно променљиве и прираштаја функције и, полазећи од проблема тангенте на криву, дефинисати извод као граничну вредност количника прираштаја функције и прираштаја независно променљиве кад прираштај независно променљиве тежи нули. Указати на основне теореме о изводу и изводе неких елементарних функција. Уз појам диференцијала и његово геометријско значење требало би указати и на његову примену код апроксимације функција. Одредити изводе вишег реда неких функција и доказати Лајбницево правило за више изводе производа.

#### IV разред

**Примене диференцијалног рачуна.** – Пре доказивања теорема о средњој вредности диференцијалног рачуна подсетити ученике на потребне теореме за непрекидне функције. Примену Лопиталовог правила искористити за повезивање са градивом трећег разреда (граничне вредности функција). Тејлоров и Маклоренов полином применити за апроксимације и нарочито за налажење граничних вредности функција. Посебну пажњу ваља посветити испитивању функција и цртању њихових графика, коришћењем извода.

**Неодређени интеграл.** – Потребно је указати на везу између извода и интеграла, и дати појам примитивне функције. Интеграљење протумачити као операцију која је инверзна диференцирању. Поред таблице основних интеграла треба показати и неке методе интеграљења, као и карактеристичне поступке за налажење интеграла рационалних, ирационалних и тригонометријских функција.

**Одређени интеграл.** – Полазећи од проблема површине треба доћи до појма одређеног интеграла као граничне вредности интегралних сума. Њутн-Лајбницева формула не треба доказивати али је објаснити графички. Указати на основне примене одређеног интеграла – израчунавање површине равне фигуре, дужине лука криве, запремине и површине обртних тела. Ово је прилика да се ученици упознају са поларним координатним системом и израчунавањем површине и дужине лука криве задате у поларним координатама. Повезати одређени интеграл и граничну вредност функције и упознати ученике са несвојственим интегралом. Посебно је значајно урадити што више примера примене одређених интеграла у геометрији, физици и механици.

**Диференцијалне једначине.** – При упознавању ученика са диференцијалним једначинама потребно је прво обрадити примере у којима се појављују неке једноставне диференцијалне једначине, а потом навести општи облик диференцијалне једначине. Требало би објаснити различите врсте решења: опште, партикуларно, сингуларно. Од једначина првог реда обрадити једначине које раздвајају променљиве, хомогене и линеарне, а од једначина вишег реда само најједноставније примере.

#### Циљ и задаци

**Циљ** наставног предмета геометрија јесте да ученици стекну математичке компетенције (знања, вештине и вредносне ставове) које су потребне за схватање појава и законитости у природи, да ученике оспособи за примену усвојених математичких знања у решавању разноврсних проблема из животне праксе, да их припреми за наставаљање математичког образовања, као и за изучавање оних наука и њихових примена у којима се математика (посебно, геометрија) користи, и да допринесе развијању менталних способности, формирању научног погледа на свет и свестраном развоју личности ученика.

**Задаци** наставе геометрије су да ученици:

- развијају логичко и апстрактно мишљење;
- развијају способности јасног и прецизног изражавања и коришћења математичко-логичког језика;
- уочавају својства и односе геометријских објеката и примењују њихове трансформације;
- развијају систематичност, уредност, прецизност, темељност, креативност и критичност у раду; развијају радне навике и способности за самостални и групни рад;
- стичу знања и вештине корисне за трансфер у друге предмете и развијају способности за правилно коришћење стручне литературе;
- формирају свест о универзалности и примени математичког начина мишљења;
- буду подстакнути на стручни развој и усавршавање у складу с индивидуалним способностима и потребама друштва;
- развијају способности потребне за решавање проблема и нових ситуација у професионалној сфери и свакодневном животу.

#### I разред

(4 часа недељно, 140 часова годишње)

#### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

##### 1. УВОД У ГЕОМЕТРИЈУ (12 часова)

Основни појмови; аксиома, теорема, доказ. Аксиоме еуклидске геометрије. Међусобни положаји тачака, правих, равни. Дуж, полуправа, угао, многоугао. О неевклидској геометрији.

##### 2. ПОДУДАРНОСТ (10 часова)

Изометријске трансформације. Подударност дужи, углава, фигура. Прав угао. Нормалност правих. Углови на трансверзали. Збир углова у троуглу.

Подударност троуглова. Значајне тачке троугла.

##### 3. ВЕКТОРИ (19 часова)

Дефиниција вектора. Линеарне операције са векторима. Примена вектора у геометрији. Талесова теорема.

##### 4. ДАЉЕ ПРИМЕНЕ ПОДУДАРНОСТИ (29 часова)

Примена подударности на круг. Централни и периферијски угао круга. Тангентни и тетивни четвороугао.

Релација управности праве и равни. Диедар. Ортогоналност равни. Угао праве према равни. Угао двеју мимоилазних правих.

Конструкције равних фигура.

##### 5. ИЗОМЕТРИЈСКЕ ТРАНСФОРМАЦИЈЕ РАВНИ (19 часова)

Симетрија, ротација, транслација. Својства изометријских трансформација. Представљање изометријских трансформација равни помоћу осних симетрија. Класификација изометријских трансформација равни.

##### 6. ХОМОТЕТИЈА И СЛИЧНОСТ (29 часова)

Хомотетија – дефиниција и својства. Трансформација сличности. Сличност фигура. Ставови сличности троуглова. Питагорина

теорема. Чевина теорема. Менелајева теорема. Аристархова метода одређивања удаљености Сунца и Месеца од Земље.

Потенција тачке у односу на круг. Инверзија у односу на круг.

## 7. ТРИГОНОМЕТРИЈА ПРАВОУГЛОГ ТРОУГЛА (10 часова)

Тригонометријске функције оштрог угла. Основне тригонометријске идентичности. Решавање правоуглог троугла.

Напомена: Обавезна су четири двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (12 часова).

### II разред

(4 часа недељно, 140 часова годишње)

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### 1. ТРИГОНОМЕТРИЈСКЕ ФУНКЦИЈЕ (58 часова)

Уопштење појма угла; мерење угла, радијан. Дефиниције тригонометријских функција ма ког угла. Свођење на први квадрант. Периодичност.

Адиционе теореме. Трансформације тригонометријских израза (тригонометријских функција двоструких углова и полууглова, трансформације збира и разлике тригонометријских функција у производ и обрнуто).

Графици основних тригонометријских функција. Графици функција облика:  $y = a \sin(\omega x + \varphi) + b$  и  $a \cos(\omega x + \varphi) - b$ .

Инверзне тригонометријске функције. Дефиниција, својства и трансформације.

Тригонометријске једначине, неједначине и системи једначина. Синусна и косинусна теорема. Решавање троугла.

### 2. ПОЛИЕДРИ (39 часова)

Површина многоугла. Диедар, триедар, рогољ. Полиедар, правилни полиедри. Призма, пирамида и њихови равни пресеци.

Површина полиедра. Запремина полиедра, Кавалијеријев принцип.

### 3. ОБРТНА ТЕЛА (21 час)

Површина круга и његових делова. Цилиндричне, конусне и обртне површи. Прав ваљак, права купа, зарубљена права купа и њихове површине и запремине.

Површина лопте, сферне калоте и појаса. Запремина лопте и делова лопте. Уписана и описана сфера полиедра, правог ваљка, купе и зарубљене купе.

### 4. ЕЛЕМЕНТИ НАЦРТНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ (10 часова)

Нормално пројектовање на једну и две равни: пројекције тачке, праве, дужи, равни, обарање праве и дужи, тачка у равни и пресек две равни, продор праве кроз раван.

Напомена: Обавезна су четири двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (12 часова).

## НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

Основне карактеристике програма Геометрије су усклађеност са програмом математике за основну школу и логичка повезаност садржаја. При избору садржаја програма узета је у обзир значајна образовна функција наставе Геометрије (стицање нових математичких знања, подизање нивоа математичког образовања ученика) и њен допринос даљем оспособљавању ученика да логички мисле и стваралачки приступају решавању различитих проблема.

У програму је годишњи фонд часова за сваки разред подељен по темама. Укупан број часова који је наведен за сваку тему представља оријентациони број часова у оквиру којег треба реализовати одговарајуће садржаје. Приликом израде оперативних планова наставник распоређује укупан број часова предвиђен за поједине теме по типовима часова (обрада новог градива, утврђивање и увежбавање, понављање, проверавање и систематизација знања), водећи рачуна о циљу и задацима предмета.

Током реализације програма треба стално имати у виду значај геометрије за развијање логичког и математичког мишљења, математичке интуиције, разумевање просторних односа, као и чињеницу да знања која ученици стичу из геометрије треба да буду основа за проучавање других наука и разумевање односа у природи. Поред тога, треба искористити могућности наставе геометрије за развијање прецизности, тачности, уредности и коришћења математичког језика.

При обради нових садржаја, ослањати се на постојеће искуство и знање ученика, као и на њихову природну радозналост, настојећи да ученици самостално откривају онолики део наставног градива и настојати да самостално изводе закључке колико је то у датој ситуацији могуће. Основна улога наставника је да буде организатор наставног процеса, да подстиче, организује и усмерава активност ученика. Ученике је потребно упућивати да, осим уџбеника, користе и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а ученици оспособљени за примену у решавању разноврсних задатака.

Строгост у интерпретацији садржаја требало би да буде присутна у прихватљивој мери, уз ослањање на математичку интуицију и њено даље развијање, тј. мотивација и интуитивно схватање проблема требало би да претходе строгости и критичности, а излагање градива мора бити праћено добро одабраним примерима и тек након довољног броја урађених таквих примера треба приступити генерализацији појма, чињенице и сл.

На часовима треба комбиновати различите методе и облике рада што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини интересантнијом и ефикаснијом. Избор метода и облика рада зависи од наставних садржаја и образовно-васпитних задатака које треба реализовати на часу, али и од специфичности одређеног одељења и индивидуалних карактеристика ученика.

У настави треба користити савремена наставна средства и одговарајуће софтверске пакете, у циљу развијања дигиталне компетенције ученика и њиховог оспособљавања за примену савремених информационих технологија у разним областима математике и других наука.

Праћење и вредновање постигнућа ученика треба да буде континуирано кроз праћење активности ученика на часу, домаће задатке, усмене провере, контролне вежбе и писмене задатке.

## ОБЈАШЊЕЊА САДРЖАЈА ПРОГРАМА

### I разред

**Увод у геометрију.** – Циљ ове теме је да се ученици упознају са аксиоматским заснивањем геометрије (основни и изведени појмови и тврђења), као и да стекну навику строгости у доказивању. У том смислу, посебно треба обрадити последње аксиома инциденције и Плејферове аксиоме. Код доказивања треба посебну пажњу обратити на доказе свођењем на апсурд и методом контрапозиције, и у том смислу направити везу са градивом предмета Анализа са алгебром. Аксиоме распореда, подударности и непрекидности могу се само навести, а последице, и то само једноставније и директне, дати без доказа. Посебно истаћи да Плејферова аксиома није последица прве четири групе аксиома. У оквиру ове теме може се дати и кратак историјски преглед развоја геометрије и поменути проблем петог Еуклидовога постулата.

**Подударност.** – Релацију подударности увести помоћу појма изометријских трансформација, а ове последње помоћу релације подударности тачака. Већину општих својстава изометријских трансформација довољно је само исказати без доказа (нпр.: теорему о броју инваријатних тачака). Такође, доказати само једну или две теореме везане за подударност дужи и углова (нпр.: јединственост средишта дужи, бисектрисе угла, нормале из тачке на праву, подударност правих углова). Посебну пажњу посветити ставовима подударности троуглова и њиховим последицама (неједнакост троугла). Важно је доказати сва тврђења којима се уводе значајне тачке троугла (пресек симетрала страница троугла, итд.). Неопходно је да ученици кроз задатке у потпуности овладају техником



примене ставова подударности троуглова и разним својствима везаним за значајне тачке троугла. У виду задатка може се обрадити Ојлеров круг троугла.

**Вектори.** – Векторе увести као класе еквиваленције одговарајуће релације међу оријентисаним дужима. При томе, није неопходно доказивати да је то релација еквиваленције. У том смислу увести и сабирање вектора и множење вектора скаларом (најпре рационалним, а затим реалним). Талесову теорему (и њој обратну теорему) исказати у векторском облику. Потребно је да ученици овладају применом Талесове теореме и њеним последицама (на пример, случај када су две праве пресечене трима паралелним правим). У оквиру ове теме може се обрадити и Ојлерова права.

**Даље примене подударности.** – У вези са применом подударности на круг, неопходно је доказати теореме о централном и периферијском углу и потребне и довољне услове за тангентност, односно тетивност неког четвороугла. Такође, потребно је да ученици кроз мноштво задатака овладају применом ових теорема. Посебно обрадити конструктивне задатке у равни укључујући разматрање свих етапа у конструкцији.

**Изометријске трансформације равни.** – Највећу пажњу у оквиру ове теме потребно је посветити врстама изометријских трансформација у равни, њиховим својствима и примени. Такође, важно је истаћи и доказати да се свака изометрија може представити као композиција коначног броја осних рефлексија. У задацима везаним за то треба бирати оне код којих композиција изометрија има конкретну примену (на пример, задаци код којих се примењује композиција ротација, а мање оне код којих је потребно само одредити шта представља композиција неке две изометрије. Класификацију изометрија извршити на основу броја инваријантних тачака. У виду задатака, треба обрадити и неке једноставније примере везане за конструкције равних фигура.

**Хомотетија и сличност.** – Циљ ове теме је да се ученици упознају са основним својствима хомотетије и њеним применама, нарочито у конструктивним задацима. Није потребно детаљно изучавање самих трансформација сличности. Довољно је доказати нека од њихових основних својстава (да чувају колинеарност, да углове пресликавају у њима подударне углове, итд.), као и истаћи да се свака трансформација сличности може представити као композиција једне изометрије и једне хомотетије. Значајно је доказати ставове сличности троуглова и указати на примену трансформација сличности у тим доказима. Такође, важно је доказати и неке карактеристичне теореме ( Питагорина, Менелајева, Чевина, Птоломејева итд.) и указати на њихову примену. Код дефинисања потенције тачке у односу на круг, урадити то у општем облику, за произвољну тачку у равни тог круга. У виду задатка могу се обрадити Аполонијеви проблеми о додиру кругова (где се користи својство инверзије, да она у одређеном случају пресликава круг у праву).

**Тригонометрија.** – У оквиру ове теме потребно је да ученици схвате везе између страница и углова правоуглог троугла и дефиниције тригонометријских функција оштрог угла. Кроз задатке доказати неке основне тригонометријске идентичности.

## II разред

**Тригонометријске функције.** – У оквиру ове теме требало би проширити дефиниције тригонометријских функција оштрог угла датих код правоуглог троугла на било који угао, односно, дефинисати тригонометријске функције као пресликавање скупа реалних бројева у скуп реалних бројева. Нарочито треба користити тригонометријску кружницу. Затим, требало би добро увежбати свођење тригонометријских функција било којег угла на функције оштрог угла. Упоредо са тим, истакнути основна својства тригонометријских функција: периодичност, парност, непарност. Адиционе теореме требало би доказати. Доказати и основне идентитете везане за тригонометријске функције, као што су: тригонометријске функције двоструког угла, полуугла, трансформацију збира и разлике тригонометријских функција у производ, и обрнуто. Поткрепити различитим примерима тако да ученици савладају вештину примене ових трансформација која је значајна и у другим

предметима. Потребно је да ученици познају графике тригонометријских функција, како да их нацртају, тако и да са њих читају основна својства тригонометријских функција. Упоредо са одређивањем вредности тригонометријских функција, решавати елементарне тригонометријске једначине, а затим и друге типове тригонометријских једначина које имају широку примену. Обрађивати тригонометријске неједначине и илустровати решења на тригонометријском кругу и графику функције. Ученици би требали да знају да реше и једноставније системе тригонометријских једначина.

Увести дефиницију инверзних тригонометријских функција користећи знање из предмета Анализа са алгебром о инверзним функцијама. Такође, прорадити примере једнакости и решавања једначина и неједначина везаних за инверзне тригонометријске функције, доказати и користити основне везе међу инверзним тригонометријским функцијама.

Ученици треба да знају да докажу синусну и косинусну теорему и да решавају троугао. Примерима треба показати најразличитије примене синусне и косинусне теореме, као и израчунавање површине троугла на различите начине.

**Полиедри.** – Обрадити површину многоугла на различите начине. Ученици треба да усвоје дефиницију диедра, триедра и рога, као и основне релације за стране и углове триедра. Трбало би дефинисати полиедар и правилни полиедар, и доказати Ојлерову теорему за конвексни полиедар, дефинисати призматичну површ, призму, пирамиду и њихове равне пресеке. Одређивање равних пресека илустровати примерима. Површину полиедра обрадити кроз најразличитије примере. Запремину полиедра обрадити поступно, полазећи од запремине правоуглог паралелопипеда. Упознати ученике са Кавалијеријевим принципом.

**Обртна тела.** – Обрадити обим круга а затим површину круга и његових делова. Увести појам цилиндричне и конусне површи и одредити шта се добија као пресек ових површи и равни. Увести појам обртне површи и задржати се на правом ваљку, кружној купци и зарубљеној купци. Ученици треба да знају како се долази до површине и запремине ваљка, купце и зарубљене купце.

**Сфера. Сфера и раван.** – Ученици треба да знају основне појмове у вези сфере. Неопходно је упознати ученике са начином израчунавања површине сфере и њених делова. Овде треба додати доста примера са сфером уписаном у полиедар или описаном око полиедра. Такође, треба дати примере о сфери уписаној у купци, ваљку и зарубљеној купци, као и сфери описаној око ових тела.

**Елементи нартне геометрије.** – Упознати ученике са нормалном пројекцијом на једну и две равни. Посебно обратити пажњу на пројектовање тачке, праве, дужи и равни. Узети у обзир њихове најразличитије положаје у односу на пројекцијске равни. Затим, обрадити обарање праве и дужи и нагибни угао. Ученици треба да се упознају са пројекцијом тачке и праве када се оне налазе у равни и савладају пресек две равни и продор праве кроз раван.

## ЛИНЕАРНА АЛГЕБРА И АНАЛИТИЧКА ГЕОМЕТРИЈА

### Циљ и задаци

**Циљ** наставе предмета линеарна алгебра и аналитичка геометрија је овладавање математичким концептима, знањима, вештинама и њиховом применом у алгебри и геометрији и решавању проблема, развој апстрактног и критичког мишљења, способности комуникације математичким писмом и формалним математичким језиком, повезивање стечених знања и вештина са новим сазнањима и применама у даљем школовању.

**Задаци** наставе предмета линеарна алгебра и аналитичка геометрија су да ученици:

- развијају логичко и апстрактно мишљење;
- развијају способности јасног и прецизног изражавања и коришћења математичко-логичког језика;
- разумеју функционалне зависности, њихово представљање и примену;
- овладају основним методама линеарне алгебре;
- стичу знања неопходна за разумевање просторних односа и овладају координатном методом у проучавању значајних геометријских чињеница и проблема;

- развијају систематичност, уредност, прецизност, темељност, креативност и критичност у раду; развијају радне навике и способности за самостални и групни рад;
- стичу знања и вештине корисне за трансфер у друге предмете и развијају способности за правилно коришћење стручне литературе;
- развијају способности потребне за решавање проблема и нових ситуација у професионалној сфери и свакодневном животу.

### III разред

(3 часа недељно, 105 часова годишње)

#### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

##### 1. ГРУПЕ И ПОЉА (14 часова)

Бинарна операција, групоид, група. Прстен, поље. Једначина  $ax = b$  у пољу.

##### 2. МАТРИЦЕ, ДЕТЕРМИНАНТЕ, СИСТЕМИ ЛИНЕАРНИХ ЈЕДНАЧИНА (40 часова)

Појам матрице. Сабирање матрица, множење матрице скаларом, множење двеју матрица, степен квадратне матрице, транспонована матрица.

Дефиниција детерминанте, својства, израчунавање детерминаната. Адјунгована матрица, инверзна матрица, матричне једначине.

Систем линеарних једначина (СЛЈ) у пољу. Елементарне трансформације СЛЈ, еквивалентни СЛЈ. Гаусов метод за решавање СЛЈ. Крамерова теорема.

##### 3. ВЕКТОРСКИ (ЛИНЕАРНИ) ПРОСТОРИ (16 часова)

Дефиниција векторског простора. Векторски простор оријентисаних дужи. Линеарна комбинација вектора, зависност и независност. База и димензија векторског простора. Трансформација координата вектора при промени базе.

##### 4. ЕУКЛИДСКИ ПРОСТОР (31 час)

Скаларни производ. Еуклидски простор. Растојање, угао, ортогоналност. Правоугли координатни систем. Векторски и мешовити производ вектора.

Једначина праве у равни. Једначине правих и равни у простору. Растојање тачке од праве и равни, угао између две праве, две равни, праве и равни.

##### 5. КРИВЕ ДРУГОГ РЕДА (27 часова)

Круг, елипса, хипербола, парабола. Директрисе и ексцентрицитет. Тангента круга, елипсе, хиперболе и параболе. Довођење једначине криве другог реда на канонски облик.

Напомена: Обавезна су четири двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (12 часова).

#### НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

Основне карактеристике програма Линеарне алгебре и аналитичке геометрије су усклађеност са програмима осталих математичких предмета у Математичкој гимназији и логичка повезаност садржаја. При избору садржаја програма узет је у обзир значај Линеарне алгебре и аналитичке геометрије за математичко образовање ученика и њен допринос даљем оспособљавању ученика да логички мисле и стваралачки приступају решавању различитих проблема.

У програму је годишњи фонд часова за сваки разред подељен по темама. Укупан број часова који је наведен за сваку тему представља оријентациони број часова у оквиру којег треба реализовати одговарајуће садржаје. Приликом израде оперативних планова наставник распоређује укупан број часова предвиђен за поједине теме по типовима часова (обрада новог градива, утврђивање и увежбавање, понављање, проверавање и систематизација знања), водећи рачуна о циљу и задацима предмета.

Током реализације програма требало би стално имати у виду да је суштина овог предмета повезивање појмова и метода алгебре и геометрије, и да се те две математичке дисциплине преплићу и битно утичу једна на другу. Дакле, требало би постићи да ученици уоче, с једне стране, коришћење геометријског језика (простор, вектор) у алгебри, а с друге стране да алгебарске методе (посебно метода координата) битно олакшавају интерпретацију и решавање одређених геометријских проблема. Осим тога, требало би искористити могућности наставе овог предмета за развијање прецизности, тачности, уредности и коришћења математичког језика.

При обради нових садржаја, ослањати се на постојеће искуство и знање ученика, као и на њихову природну радозналост, настојећи да ученици самостално откривају онолики део наставног градива и самостално изводе закључке колико је то у датој ситуацији могуће. Основна улога наставника је да буде организатор наставног процеса, да подстиче, организује и усмерава активност ученика. Ученике би требало упућивати да, осим уџбеника, користе и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а ученици оспособљени за примену у решавању разноврсних задатака.

На часовима треба комбиновати различите методе и облике рада, што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини интересантнијом и ефикаснијом. Избор метода и облика рада зависи од од наставних садржаја и образовно-васпитних задатака које би требало реализовати на часу, али и од специфичности одређеног одељења и индивидуалних карактеристика ученика.

У настави треба користити савремена наставна средства и одговарајуће софтверске пакете, у циљу развијања дигиталне компетенције ученика и њиховог оспособљавања за примену савремених информационих технологија у разним областима математике и других наука.

Праћење и вредновање постигнућа ученика требало би да буде континуирано кроз праћење активности ученика на часу, домаће задатке, усмене провере, контролне вежбе и писмене задатке.

#### ОБЈАШЊЕЊА САДРЖАЈА ПРОГРАМА

Наставни програм предмета Линеарна алгебра и аналитичка геометрија у Математичкој гимназији има за циљ да допринесе схватању јединства наставе алгебре и геометрије. У оквиру програма изучавају се три дела: 1. Групе и поља, 2. Линеарна алгебра и 3. Аналитичка геометрија.

**Групе и поља.** – Задатак првог дела је да ученик овлада појмом групе и поља имајући у виду познате примере бројевних група и поља, да разуме појам једначине са једном и више непознатих у групи и пољу и да тај језик касније користи код матрица, система линеарних једначина и векторских простора. Ученик треба да схвати како се обављају операције у групи, односно пољу.

**Линеарна алгебра (теме Матрице, детерминанте, системи линеарних једначина и Векторски (линеарни) простори).** – У другом делу централни појам је векторски простор, као и појам линеарне зависности скупа вектора. Полазна тачка у изучавању векторских простора је векторски простор геометријских вектора. Требало би инсистирати на сазнању да својства геометријских вектора имају и други „негеометријски” објекти у математици. Матрица на неком пољу може се дефинисати као уређена  $n$ -торка уређених  $m$ -торки, или као функција, али уз обавезно навођење примера где се природно појављују матрице (на пример, промена базе векторског простора). Увођење појма детерминанте и система линеарних једначина требало би да се базира на ученицима познатим системима од две, односно три линеарне једначине са две, односно три непознате, где се природно појављују детерминанте другог, односно трећег реда.

**Аналитичка геометрија (теме Еуклидски простор и Криве другог реда).** – У трећем делу настојати да ученици схвате суштину и значај координатног метода у математици, који се састоји у томе да се одреди једначина одређеног скупа тачака у равни или простору, као и да се одреди скуп тачака равни или простора описан датом једначином у односу на дати репер. Појам скаларног



производа предочити ученицима као појам који игра веома значајну улогу у математици и њеним применама, као и да се захваљујући скаларном производу у еуклидским просторима могу дефинисати метрички појмови као што су: угао, дужина, растојање, итд. Посебно инсистирати да ученици овладају техником решавања задатака аналитичке геометрије у равни; детаљно обрадити једначине кривих другог реда и њихове особине, као и свођење опште алгебарске једначине другог реда на канонски облик.

## ВЕРОВАТНОЋА И МАТЕМАТИЧКА СТАТИСТИКА

### Циљ и задаци

**Циљ** наставног предмета вероватноћа и математичка статистика јесте да ученици овладају основним концептима теорије вероватноће и оспособе се за примену вероватноће и статистике у другим наукама и животним ситуацијама, као и за успешно наставање образовања и развијање менталних способности ученика.

**Задаци** наставе вероватноће и математичке статистике су да ученици:

- упознају теорију вероватноће као математички модел случајних појава и математичку статистику као примењену теорију вероватноће у анализи масовних појава;

- усвоје основна знања из теорије вероватноће и примењују их у решавању проблема;

- развијају способности одређивања и процене квантитативних величина и њихових односа;

- разумеју функционалне зависности, њихово представљање и примену;

- стичу знања и вештине корисне за трансфер у друге предмете и развијају способности за правилно коришћење стручне литературе.

### IV разред

(2 часа недељно, 62 часа годишње)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

#### 1. ДЕФИНИЦИЈА И ОСНОВНА СВОЈСТВА ВЕРОВАТНОЋЕ (19 часова)

Опити са случајним исходима. Случајни догађаји. Дефиниција вероватноће. Основна својства вероватноће. Условне вероватноће. Формула потпуне вероватноће и Бајесова формула. Независност догађаја. Поновљени опити. Биномна вероватноћа.

#### 2. СЛУЧАЈНА ПРОМЕНЉИВА (10 часова)

Случајна променљива као функција над скупом исхода. Дискретна случајна променљива и њена расподела. Биномна и Пуасонова расподела. Непрекидна случајна променљива и густина расподеле. Униформна и нормална расподела. Функција расподеле и коришћење таблица.

#### 3. МАТЕМАТИЧКО ОЧЕКИВАЊЕ (10 часова)

Дефиниција очекивања за дискретну и непрекидну случајну променљиву. Основна својства. Дисперзија и стандардно одступање. Коефицијенат корелације. Закони великих бројева (Бернулијев и Чебишевљев). Значај нормалне расподеле у применама.

#### 4. СЛУЧАЈНИ УЗОРАК (9 часова)

Популација. Расподела обележја. Прости случајни узорак као репрезентативни узорак. Представљање података: таблице, полигон, хистограм. Статистике. Средина и дисперзија узорка.

#### 5. ОЦЕНА ПАРАМЕТРА (8 часова)

Појам. Оцена математичког очекивања и дисперзије. Непристрасност оцене. Оцена параметра биномне, Пуасонове, униформне и нормалне расподеле. Упоредивање оцена према ефикасности.

Напомена: Обавезна су два двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (6 часова).

Основне карактеристике програма Вероватноће и математичке статистике су усклађеност са програмима осталих математичких предмета у Математичкој гимназији и логичка повезаност садржаја. При избору садржаја програма узет је у обзир значај Вероватноће и математичке статистике за математичко образовање ученика и њен допринос даљем оспособљавању ученика да логички мисле и стваралачки приступају решавању различитих проблема.

У програму је годишњи фонд часова за сваки разред подељен по темама. Укупан број часова који је наведен за сваку тему представља оријентациони број часова у оквиру којег треба реализовати одговарајуће садржаје. Приликом израде оперативних планова наставник распоређује укупан број часова предвиђен за поједине теме по типовима часова (обрада новог градива, утврђивање и увежбавање, понављање, проверавање и систематизација знања), водећи рачуна о циљу и задацима предмета.

Током реализације програма треба стално имати у виду да појмови и ставови вероватноће и статистике имају своје извориште у реалном свету, али и да интуиција често може да доведе до погрешних резултата, те да је зато неопходно поставити чврсте основе овим наукама. Такође, ученици би требало да буду свесни у којој мери вероватноћа и статистика утичу једна на другу и да само њихово заједничко проучавање може да доведе до потпуног разумевања. Осим тога, требало би искористити могућности наставе овог предмета за развијање прецизности, тачности, уредности и коришћења математичког језика.

При обради нових садржаја важно је ослањати се на постојеће искуство и знање ученика, као и на њихову природну радозналост, настојећи да ученици самостално откривају онолики део наставног градива и самостално изводе закључке колико је то у датој ситуацији могуће. Основна улога наставника је да буде организатор наставног процеса, да подстиче, организује и усмерава активност ученика. Ученике је потребно упућивати да, осим уџбеника, користе и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а ученици оспособљени за примену у решавању разноврсних задатака.

На часовима би требало комбиновати различите методе и облике рада, што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини интересантнијом и ефикаснијом. Избор метода и облика рада зависи од од наставних садржаја и образовно-васпитних задатака које би требало реализовати на часу, али и од специфичности одређеног одељења и индивидуалних карактеристика ученика.

У настави користити савремена наставна средства и одговарајуће софтверске пакете, у циљу развијања дигиталне компетенције ученика и њиховог оспособљавања за примену савремених информационих технологија у разним областима математике и других наука.

Праћење и вредновање постигнућа ученика требало би да буде континуирано кроз праћење активности ученика на часу, домаће задатке, усмене провере, контролне вежбе и писмене задатке.

### ОБЈАШЊЕЊА САДРЖАЈА ПРОГРАМА

**Дефиниција и основна својства вероватноће.** – Полазећи од погодних примера увести појам случајног догађаја. Указати да скуп исхода експеримента може бити коначан и бесконачан (пребројив, односно непребројив). Вероватноћу дефинисати прво на коначном скупу, а затим на пребројивом скупу исхода. После увођења аксиоматике Колмогорова указати на њену непотпуност, а затим извести основне особине вероватноће. Дефинисати условну вероватноћу догађаја и као примере навести формулу потпуне вероватноће и Бајесову формулу.

**Случајна променљива.** – На подесним примерима увести појам случајне променљиве као функције на скупу исхода. Од дискретних случајних променљивих посебну пажњу посветити биномној и Пуасоновој, а од непрекидних Гаусовој (нормалној) случајној променљивој (укључујући и коришћење таблица). Као примере обрадити униформну (равномерну) и експоненцијалну расподелу.

**Математичко очекивање.** – Од нумеричких карактеристика обрадити средњу вредност, дисперзију и коефицијент корелације и указати на њихов значај у применама. Законе великих бројева, објаснити без доказа и указати на њихово практично значење. Навести разлоге због којих нормална расподела заузима централно место у теорији вероватноће.

**Случајни узорак.** – При изучавању расподеле обележја у популацији истаћи значај случајног узорка и његове репрезентативности. Статистику увести као функцију узорка.

**Оцена параметара.** – Изучавајући тачкасте оцене параметара, навести могућности њихових примена у пракси и потребе увођења интервалних оцена параметара.

## НУМЕРИЧКА МАТЕМАТИКА

### Циљ и задаци

**Циљ** наставног предмета нумеричка математика јесте да ученици стекну математичке компетенције (знања, вештине и вредносне ставове) које су потребне за решавање разноврсних проблема из животне праксе, припреми их за настављање математичког образовања, као и за изучавање оних наука и њихових примена у којима се нумеричка математика користи.

**Задаци** наставе нумеричке математике су да ученици:

- упознају елементе нумеричке математике, нумеричке методе и њихове примене;
- развијају способности одређивања и процене квантитативних величина и њихових односа;
- разумеју функционалне зависности, њихово представљање и примену;
- стичу знања и вештине корисне за трансфер у друге предмете и развијају способности за правилно коришћење стручне литературе;
- развијају способности потребне за решавање проблема и нових ситуација у професионалној сфери и свакодневном животу.

### IV разред

(2 часа недељно, 62 часа годишње)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

#### 1. РАЧУНАЊЕ СА ПРИБЛИЖНИМ БРОЈЕВИМА (12 часова)

Појам приближног броја и извори грешака у резултату рачунања. Апсолутна, релативна и процентуална грешка. Декадни запис приближног броја, значајне, сигурне и тачне цифре. Заокруживање бројева. Директан проблем грешке. Обрнути проблем грешке. Метода граница.

#### 2. ПРИМЕНА ДИФЕРЕНЦИЈАЛА ЗА ПРИБЛИЖНА ИЗРАЧУНАВАЊА (8 часова)

Теорема о линеарној апроксимацији функција и њена примена. Главни део прираштаја функције; појам диференцијала. Примена диференцијала за приближно израчунавање вредности функција. Приближне формуле.

#### 3. ИНТЕРПОЛАЦИЈА (15 часова)

Општи задатак интерполације. Линеарна и квадратна интерполација. Лагранжова интерполациона формула. Таблица подељених разлика. Њутнов интерполациони полином за нееквидистантне чворове. Таблица коначних разлика. Њутнови интерполациони полиноми за еквидистантне чворове.

#### 4. ПРИБЛИЖНО РЕШАВАЊЕ ЈЕДНАЧИНА (13 часова)

Локализација и изоловање решења. Појам приближног решења. Метода половљења сегмента. Метода сечице. Метода тангенте. Метода итерације.

## 5. ПРИБЛИЖНА ИНТЕГРАЦИЈА (8 часова)

Појам квадратурне формуле. Квадратурне формуле које непосредно следе из дефиниције одређеног интеграла. Трапезна и Симпсонова квадратурна формула.

Напомена: Обавезна су два двочасовна писмена задатка с једночасовном исправком (6 часова).

### НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

Основне карактеристике програма нумеричке математике су усклађеност са програмима осталих математичких предмета у математичкој гимназији и логичка повезаност садржаја. При избору садржаја програма узет је у обзир значај Нумеричке математике за математичко образовање ученика и њен допринос даљем оспособљавању ученика да логички мисле и стваралачки приступају решавању различитих проблема.

У програму је годишњи фонд часова за сваки разред подељен по темама. Укупан број часова који је наведен за сваку тему представља оријентациони број часова у оквиру којег треба реализовати одговарајуће садржаје. Приликом израде оперативних планова наставник распоређује укупан број часова предвиђен за поједине теме по типовима часова (обrada новог градива, утврђивање и увежбавање, понављање, проверавање и систематизација знања), водећи рачуна о циљу и задацима предмета.

Ученике треба упознати са основним појмовима нумеричке математике и нумеричким методама које се односе на нелинеарне једначине, апроксимацију и нумеричку интеграцију функција. Посебну пажњу посветити имплементацији и тестирању нумеричких алгоритама у неком програмском језику.

Програм би требало реализовати у учионици и рачунарској лабораторији. Рад у учионици подразумева упознавање са теоријским основама нумеричке математике, док је рад у лабораторији предвиђен за решавање конкретних нумеричких проблема уз одговарајућу софтверску подршку.

При обради нових садржаја требало би се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, као и на њихову природну радозналост, настојећи да ученици самостално откривају онолики део наставног градива и самостално изводе закључке колико је то у датој ситуацији могуће. Основна улога наставника је да буде организатор наставног процеса, да подстиче, организује и усмерава активност ученика. Ученике би требало упућивати да, осим уџбеника, користе и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а ученици оспособљени за примену у решавању разноврсних задатака.

На часовима би требало комбиновати различите методе и облике рада, што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини интересантнијом и ефикаснијом. Избор метода и облика рада зависи од од наставних садржаја и образовно-васпитних задатака које би требало реализовати на часу, али и од специфичности одређеног одељења и индивидуалних карактеристика ученика.

У настави користити савремена наставна средства и одговарајуће софтверске пакете, у циљу развијања дигиталне компетенције ученика и њиховог оспособљавања за примену савремених информационих технологија у разним областима математике и других наука.

Праћење и вредновање постигнућа ученика треба да буде континуирано кроз праћење активности ученика на часу, домаће задатке, усмене провере, контролне вежбе и писмене задатке.

### ОБЈАШЊЕЊА САДРЖАЈА ПРОГРАМА

**Рачунање са приближним бројевима.** – Увести појам приближног броја и рачунања са приближним бројевима. Навести правила регистровања бројева у меморији рачунара. Објаснити поделу грешке према пореклу и класичну поделу на апсолутну и

релативну грешку. Указати посебно на везу релативне грешке и броја сигурних цифара у приближном броју. С тим у вези обрадити и навести примере нумерички нестабилних метода у којима долази до губљења сигурних цифара у поступцима израчунавања, посебно услед одузимања блиских бројева. Навести примере алгоритама, који су коректни са математичког становишта и записани коректним кодом у неком програмском језику или систему, а који су нумерички нестабилни и могу дати потпуно погрешне резултате. Насупрот томе, указати на значај нумерички стабилних алгоритама који у процесу израчунавања чувају прецизност са којом су дати улазни подаци. Анализирати процес простирања грешке кроз рачунски процес, као и принципе које усвајамо да би се одредиле грешке улазних аргумената, како би се постигла унапред задата тачност резултата.

**Примена диференцијала за приближна израчунавања.** – Познати појам диференцијала функције који је уведен у математичкој анализи, обрадити са нумеричког аспекта приближног израчунавања функције и оцене грешке.

**Интерполација.** – Увести појам интерполације као посебног случаја апроксимација функција указујући на значај њене примене у пракси. Навести посебно да је интерполација од користи када се врше експерименти или нека мерења, а функција коју интерполирамо је тако, уместо аналитичким изразом, дата скупом података. То је веома честа појава у пракси са којом се срећу инжењери, лекари, биолози и други стручњаци. Обрадити интерполацију помоћу полинома. Извести формулу за Лагранжов интерполациони полином и доказати јединственост таквог полинома. Одредити грешку у интерполацији полиномом. Додатно обрадити Њутнове интерполационе полиноме са равномерно и неравномерно расподељеним чворовима на интервалу интерполације. Указати на чињеницу да се додавањем интерполационог чвора у општем случају смањује грешка интерполације. Анализирати, у оваквим случајевима, предности и недостатке коришћења разних типова интерполационих полинома, посебно Лагранжовог и Њутновог интерполационог полинома са подељеним разликама. Планирати време за конструкцију и имплементацију одговарајућих алгоритама у неком програмском језику или систему са којим су ученици упознати.

**Приближно решавање једначина.** – Овом поглављу треба посветити посебну пажњу јер на директан начин указује на значај примене нумеричке математике и њених принципа у решавању математичких проблема, у овом случају приближном налажењу корена једначине. Обрадити локализацију и изоловање решења једначина, а затим нумеричке алгоритме за ефективно налажење корена једначине (уз програмску имплементацију), тј. методе половљења сегмента, сечице, тангенте и општи метод итерације. Анализирати општи критеријум заустављања итеративног поступка да би се нашло решење тражене једначине са унапред задатом прецизношћу.

**Приближна интеграција.** – Увести појам квадратурне формуле за приближно израчунавање одређеног интеграла, посебно квадратуре интерполационог типа. Демонстрирати израчунавање помоћу квадратурних формула на примерима израчунавања одређених интеграла ако је подинтегрална функција дата само помоћу скупа података, тј. неком табелом. Извести трапезну и Симпсонову квадратурну формулу основног облика, а затим сложене квадратуре и алгоритме за њихову програмску реализацију. Анализирати критеријуме за налажење решења са унапред задатом прецизношћу.

## РАЧУНАРСТВО И ИНФОРМАТИКА

### Циљ и задаци

**Циљ** наставних предмета *рачунарство и информатика* је стицање знања, овладавање вештинама и формирање вредносних ставова који доприносе развоју информатичке писмености неопходне за даље школовање, живот и рад у савременом друштву, као и развој алгоритамског приступа решавању проблема код ученика и њихово оспособљавање да ефикасно и рационално користе рачунаре за решавање проблема из свакодневног живота креирањем апликација.

**Задаци** наставе предмета *рачунарства и информатике* су да ученици:

- овладају коришћењем оперативних система, њиховог корисничког интерфејса, система датотека, основних корисничких апликација у склопу оперативног система, као и начинима прилагођавања система подешавањем њихових основних параметара ради ефикаснијег и удобнијег рада;

- упознају се са разним апликацијама које служе за креирање садржаја на рачунару који се састоје од текста, слика, аудио и видео-материјала и стекну свест о корисности употребе оваквих материјала у приватној и пословној комуникацији, као и јавним излагањима и презентацијама;

- унапреде своје способности за брзо, ефикасно и рационално проналажење, складиштење и преношење информација коришћењем рачунара, као и да стекну свест о потреби за критичким приступом и потреби за пажљивим анализирањем информација;

- стекну основна знања о техничким основама и карактеристикама савремених рачунарских система;

- стекну знања о унутрашњој организацији рачунара и начину извршавања програма;

- овладају свим основним, али и неким напреднијим концептима програмирања;

- упознају се са различитим приступима решавању проблема програмирањем;

- овладају широким дијапазоном основних рачунарских алгоритама;

- разумеју и примењују принципе креирања модуларних и добро структурираних програма;

- савладају технику креирања апликација са графичким корисничким интерфејсом и основне принципе њиховог функционисања (програми вођени догађајима);

- упознају се са теоријом израчунљивости, појмом сложености алгоритама и напредним алгоритмима који решавају тешке проблеме;

- упознају концепт база података, њихову организацију, коришћење упита за добијање тражених информација из база, прављење извештаја и дистрибуцију података;

- овладају вештином и техникама пројектовања база података као одговора на пословну потребу за информационим системима;

- ефикасно користе програмирање и рад са базама података за решавање различитих проблема у даљем образовању, професионалном раду и свакодневном животу;

- јачају способност решавања проблема развојем логичког и критичког мишљења;

- јачају способност за прецизно и концизно дефинисање проблема; упознају се са потребном за коришћењем алгоритамског начина решавања проблема и у другим областима (нпр. у математици и техници или у дефинисању пословних процедура и протокола);

- унапреде стратегије и технике самосталног учења користећи могућности рачунара, изграде спремност за праћење нових решења у области информатичке технологије и развију спремност за учење током целог живота;

- развију свест о неопходности коришћења рачунара у свакодневном животу и раду и значају информатике за функционисање и развој друштва;

- примене стечена знања и вештине у савладавању програма других наставних предмета;

- оспособе се за рад на пројектима, који захтевају примену знања из других наставних предмета, и који подразумевају креирање решења на рачунару за дефинисани проблеме и израду конкретних апликација или база података, са пратећом документацијом и презентацијама;

- савладају вештине тимског рада и сарадње на пројектима;

- изграде правилне ставове према коришћењу рачунара, без злоупотребе и претеривања које угрожава њихов физичко и ментално здравље;

- упознају савремена ергономска решења која олакшавају употребу рачунара.



## I разред

(3 часа недељно, 105 часова годишње + 60 часова nastave у блоку)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

1. УВОД У ИНФОРМАТИКУ И РАЧУНАРСТВО (8)
  2. АЛГОРИТМИ И ПРОГРАМИ (6)
  3. ПРОГРАМИРАЊЕ У ВИЗУЕЛНОМ РАЗВОЈНОМ ОКРУЖЕЊУ (6)
  4. ТИПОВИ ПОДАТАКА, ОПЕРАТОРИ И ИЗРАЗИ (8)
  5. ГРАНАЊЕ У ПРОГРАМИМА (12)
  6. ФУНКЦИЈЕ (МЕТОДИ) (3)
  7. ЦИКЛУСИ У ПРОГРАМИМА (24)
  8. СЛОЖЕНИ ТИПОВИ ПОДАТАКА (НИЗОВИ, СТРУКТУРЕ) (20)
  9. ПРОГРАМИРАЊЕ СЛОЖЕНИЈИХ ПРОГРАМА (9)
- Предвиђена су три двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (9 часова).

Настава у блоку (60)

1. УВОД У ИНФОРМАТИКУ И РАЧУНАРСТВО, КОРИШЋЕЊЕ ОПЕРАТИВНОГ СИСТЕМА И ОСНОВНИХ КОРИСНИЧКИХ АПЛИКАЦИЈА (6)
2. ПРОГРАМИРАЊЕ У ВИЗУЕЛНОМ РАЗВОЈНОМ ОКРУЖЕЊУ (6)
3. ПРОГРАМИ ЛИНИЈСКЕ И РАЗГРАНАТЕ СТРУКТУРЕ (12)
4. ПРОГРАМИ ЦИКЛИЧНЕ СТРУКТУРЕ (12)
5. СЛОЖЕНИ ТИПОВИ ПОДАТАКА (12)
6. ИЗРАДА ПРОЈЕКТНИХ ЗАДАТАКА (9)

## II разред

(3 часа недељно, 105 часова годишње + 60 часова nastave у блоку)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

1. РЕКУРЗИЈА (8)
  2. СЛОЖЕНОСТ ИЗРАЧУНАВАЊА (3)
  3. ЕФИКАСНИЈИ АЛГОРИТМИ СОРТИРАЊА НИЗОВА (12)
  4. ДВОДИМЕНЗИОНИ НИЗОВИ, МАТРИЦЕ (9)
  5. ПРЕТРАГА СА ВРАЋАЊЕМ (8)
  6. КОМБИНАТОРНИ АЛГОРИТМИ (6)
  7. ДИНАМИЧКО ПРОГРАМИРАЊЕ (12)
  8. ДИНАМИЧКЕ СТРУКТУРЕ ПОДАТАКА (12)
  9. ГРАФОВИ (14)
  10. АНАЛИЗА ТЕКСТА (12)
- Предвиђена су три двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (9 часова).

Настава у блоку (60)

1. РЕКУРЗИЈА (6)
2. ЕФИКАСНИЈИ АЛГОРИТМИ СОРТИРАЊА НИЗОВА И ПРИМЕНА (6)
3. ДВОДИМЕНЗИОНИ НИЗОВИ, МАТРИЦЕ (6)
4. ПРЕТРАГА СА ВРАЋАЊЕМ И КОМБИНАТОРНИ АЛГОРИТМИ (6)
5. ДИНАМИЧКО ПРОГРАМИРАЊЕ (6)
6. ДИНАМИЧКЕ СТРУКТУРЕ ПОДАТАКА (6)
7. ГРАФОВИ (6)
8. АНАЛИЗА ТЕКСТА (6)
9. ИЗРАДА ПРОЈЕКТНИХ ЗАДАТАКА (12)

## III разред

(2 часа недељно, 70 часова годишње + 30 часова nastave у блоку)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

1. СТРУКТУРА И ФУНКЦИЈА РАЧУНАРСКОГ СИСТЕМА (10)
2. АРХИТЕКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЈА РАЧУНАРСКОГ СИСТЕМА (12)

3. АРХИТЕКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЈА ЦЕНТРАЛНОГ ПРОЦЕСОРА (ЦПУ) (6)

4. ПРИМЕР ПРОЦЕСОРА И ЊЕГОВО ПРОГРАМИРАЊЕ (8)
  5. ФУНКЦИЈЕ И КАРАКТЕРИСТИКЕ ОПЕРАТИВНИХ СИСТЕМА (4)
  6. ПАРАЛЕЛНИ ПРОЦЕСИ (6)
  7. УПРАВЉАЊЕ РАЧУНАРСКИМ РЕСУРСИМА (14)
  8. РАЧУНАРСКЕ МРЕЖЕ (10)
- Предвиђена су два двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (6 часова).

Настава у блоку (30)

1. ОЦЕЊИВАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ РС И БАЛАНСИРАЊЕ СИСТЕМА (3)
2. КЕШ МЕМОРИЈЕ (3)
3. ДИГИТАЛНА ЕЛЕКТРОНИКА – ПРОЈЕКТОВАЊЕ АРИТМЕТИЧКИХ И УПРАВЉАЧКИХ КОЛА РС (3)
4. ПРОГРАМИРАЊЕ МИКРОКОНТРОЛЕРА ИЛИ ПРОГРАМИРАЊЕ У ИАС РАЧУНАРА (3)
5. ПРОГРАМИРАЊЕ X86 ПРОЦЕСОРА (6)
6. АЛГОРИТМИ РАСПОРЕЂИВАЊА ПРОЦЕСА (3)
7. БАНКАРОВ АЛГОРИТАМ – РАЗРЕШАВАЊЕ ЗАСТОЈА У ОС (3)
8. УПРАВЉАЊЕ МЕМОРИЈОМ, ПРАКТИЧНИ ПРОБЛЕМИ (3)
9. КОНФИГУРИСАЊЕ ЛОКАЛНЕ МРЕЖЕ, ИП АДРЕСНИ СИСТЕМ (3)

## IV разред

(2 часа недељно, 62 часа годишње + 30 часова nastave у блоку)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

1. УВОД У БАЗЕ ПОДАТАКА (4)
  2. ПРОЈЕКТОВАЊЕ РЕЛАЦИОНЕ БАЗЕ ПОДАТАКА (18)
  3. УПИТНИ ЈЕЗИК SQL ЗА РАД СА РЕЛАЦИОНОМ БАЗОМ ПОДАТАКА (40)
- Предвиђена су два двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (6 часова).

Настава у блоку (30)

1. ПРИМЕР ЈЕДНЕ БАЗЕ ПОДАТАКА ОД МОДЕЛА ДО КОНАЧНОГ РЕШЕЊА И РАДА СА ПОДАЦИМА (10)
2. ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК – ПРОЈЕКТОВАЊЕ БАЗЕ (4)
3. УПИТ SELECT (10)
4. ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК – КРЕИРАЊЕ БАЗЕ ПОДАТАКА И РАД СА ПОДАЦИМА (6)

### НАЧИН РЕАЛИЗАЦИЈЕ ПРОГРАМА

#### I разред

- У оквиру теме Увод у информатику и рачунарство потребно је:
- упознати ученике са кратким историјатом информатике и рачунарства, са улогом информатике у савременом друштву, са областима рачунарства и информатике;
  - упознати ученике са записом података у рачунарима, са дигиталним и аналогним записом, као и са бројевним системима;
  - упознати ученике са фон Нојмановом архитектуром рачунара (процесор, меморија, улаз – излаз), хардверским компонентама савремених рачунара;
  - упознати ученике са софтвером рачунара (апликативни софтвер, системски софтвер – оперативни систем).
- У оквиру теме Алгоритми и програми потребно је:
- упознати ученике са начином описа алгоритама (псеудокод, дијаграми, Scratch, програмски језици);
  - упознати ученике са основним конструкцијама у изградњи алгоритама (променљиве, додела, гранање, циклуси);
  - представити ученицима примере описа алгоритама;



– упознати ученике са различитим класификацијама програмских језика;

– представити ученицима једноставне примере кода на различитим језицима;

– објаснити ученицима разлику између компилатора и интерпретатора.

У оквиру теме Програмирање у визуелном интегрисаном развојном окружењу потребно је:

– упознати ученике са основним елементима ГКИ и основним принципима визуелног програмирања;

– упознати ученике са фазама у креирању апликације, програмирањем вођеним догађајима и руковањем догађајима;

– упознати ученике са основама лексике и синтаксе одабраног програмског језика (променљиве, идентификатори, типови, оператори, изрази, наредбе (додела, гранање, петље), низови, ниске, набројиви типови, структуре, функције, класе, именски простори);

– демонстрирати програмирање у визуелном интегрисаном развојном окружењу на веома једноставним примерима апликација;

– упознати ученике са стандардним компонентама (нпр.: Form, Button, TextBox, Label, RadioButton, CheckBox, ListBox, Memo, PictureBox,...), догађајима (нпр.: Click, Change, MouseUp, MouseDown, MouseClick, MouseMove, Resize, KeyUp, KeyDown, KeyPress) и класама (Timer и догађај Tick, Генератор насумичних бројева (нпр.: Random), текстуалне датотеке (нпр.: StreamReader, StreamWriter), Цртање (нпр.: Graphics, Pen, Brush, догађај Paint...);

– реализовати са ученицима једноставне примере апликација са ГКИ које користе уведену компоненте, догађаје и класе).

У оквиру теме Изрази потребно је :

– извршити детаљан преглед типова, оператора и израза одабраног програмског језика:

• бројевни типови и њихови подтипови (распон, запис константи...);

• преглед оператора (аритметички, релацијски, логички, доделе, условни, битовски), њиховог приоритета и асоцијативности;

• изрази;

• ниске (String);

• конверзије типова;

• слогови/структуре;

• набројиви тип.

– реализовати са ученицима алгоритме линијске структуре (уз евентуално елементарно гранање):

• улаз, обрада, излаз (обим и површина круга, троугла, конверзија јединица и валута, збир  $1 + \dots + n = n*(n+1)/2$ );

• алгоритми са сложенијим изразима (преступна година, странице троугла, итд.);

• алгоритам замене вредности променљивих;

• алгоритми за рад са бројевним основама:

• одређивање цифре у запису двоцифреног/троцифреног броја (декадном, окталном, итд.);

• одређивање цифара и формирање броја на основу цифара (Хорнеров поступак);

• време (сати, минути, секунде);

• углови (степени, минуте, секунде).

У оквиру теме Гранање потребно је:

– упознати ученике са синтаксом и семантиком наредби гранања (if наредба (са else граном, без else гране, конструкција else-if), наредба вишеструког гранања (switch/case));

– реализовати са ученицима алгоритме сложеније разгранате структуре:

• дискретна класификација (име на основу редног броја месеца);

• интервална класификација (успех у зависности од просечне оцене, агрегатно стање);

• стабла одлучивања (нпр. погађање животиње на основу њених особина, квадранти, случајеви при решавању линеарне и квадратне једначина, итд.);

• датуми (исправност, сутрашњи и јучерашњи дан);

• минимум/максимум три броја;

• сортирање три броја.

У оквиру теме Функције потребно је:

– упознати ученике са дефиницијом, декларацијом и позивом функције у одабраном програмском језику;

– објаснити ученицима пренос параметара, фиктивне и стварне параметре, враћање вредности функције (наредба return), излазне параметре и пренос по референци (нпр.: ref, out);

– уочити и објаснити разлику глобалних и локалних променљивих;

– објаснити улогу функције у класи као методе класе.

У оквиру теме Циклуси потребно је:

– упознати ученике са синтаксом и семантиком наредби циклуса одабраног програмског језика:

• наредба for;

• наредба циклуса са провером услова на почетку (while/while-do);

• наредба циклуса са провером услова на крају (do-while/repeat-until);

• наредбе прекида циклуса и тренутне итерације циклуса (break/continue);

• трансформације једних наредби циклуса у друге (исказати for преко while...);

– реализовати са ученицима основне алгоритме цикличне структуре:

• генерисање правилних и насумичних секвенци бројева (природни бројеви, парни бројеви, равномерно размакнуте тачке интервала, цртање насумично постављених облика, итд.);

• унос секвенци (нпр. корисник уноси Н речи или корисник уноси бројеве све док не унесе нулу), унос из датотеке;

• пресликавање секвенци (таблице конверзије јединица, табелирање реалне функције, итд.);

• сабирање секвенци (збир природних бројева, збир парних бројева), множење (факторијел), аритметичка, геометријска, хармонијска средина, итд.);

• минимум и максимум секвенце (најхладнији дан у години, такмичар са највећим бројем поена);

• филтрирање секвенци тј. издвајање елемената са датим својством (бројеви дељиви са 2 или 3, међу унетим подацима о ученицима издвојити одличне, итд.);

• линеарна претрага секвенци тј. испитивање да ли секвенца садржи елемент са датим својством, рани прекид;

• дужина најдуже подсеквенце елемената са датим својством;

• секвенце код којих се следећи елементи одређују на основу претходних (таблица степена двојке, Фибоначијеви бројеви);• сумирање редова;

– реализовати са ученицима следеће алгоритме теорије бројева:

• цифре у запису броја, генерисање броја на основу секвенце цифара (кренувши са лева и кренувши са десна), обраћање броја;

• делиоци броја;

• провера да ли је број прост (претрага са оптимизацијама);

• растављање броја на просте чиниоце и примене (највећи прост чинилац, број делилаца, збир делилаца, Ојлерова функција, итд.);

• Еуклидов алгоритам за НЗД и примене (НЗС, проширени Еуклидов алгоритам, модулари инверз, Кинеска теорема о остацима, итд.).

У оквиру теме Низови потребно је:

– упознати ученике са дефиницијом низа, алокацијом меморије, иницијализацијом;

– објаснити ученицима појам и коришћење индекса, итерацију кроз низ;

– упознати ученике са преносом низова у функцију и враћањем низова из функција;

– упознати ученике са начином коришћења динамичких низова (нпр. List);

– реализовати са ученицима графичко представљање низова (круговима, правоугаонцима, итд.);

– реализовати са ученицима основне алгоритме над низовима:

• генерисање (попуњавање) низова;

• анализа садржаја низова: сабирање, минимум, максимум, средине, линеарна претрага, најдужи подниз елемената са датим својством;

- трансформације низова: уметање елемента, избацивање елемента на датој позицији (без промене и са могућом променом редоследа), уклањање свих елемената са датим својством, уклањање дубликата;

- сортирање (SelectionSort, InsertionSort, BubbleSort) и примене;
- библиотечке функције сортирања;
- бинарна претрага низа и примене;

- реализовати са ученицима алгоритме теорије бројева са низовима:

- Ератостеново сито;
- биномни коефицијенти (Паскалов троугао);
- велики бројеви и полиноми;
- представљање помоћу низова;
- алгоритми сабирања.

- У оквиру теме Програмирање сложенијих апликација потребно је:

- упознати ученике са функционалном декомпозицијом и основама објектно-оријентисаног приступа како би што ефикасније урадили пројектне задатке у оквиру часова вежбања.

## II разред

- У оквиру теме Рекурзија потребно је:

- објаснити ученицима појам рекурзије и рекурзивне функције;

- реализовати са ученицима следеће:

- примитивно рекурзивне функције над природним бројевима (степеновање, множење (преко сабирања), сабирање (преко следбеника), факторијел...);

- примитивно рекурзивне функције над низовима (сума елемената, највећи елемент, линеарна претрага ...);

- сложеније облике рекурзије (ефикасније степеновање, цифре броја, бинарна претрага, рекурзија Фибоначијевог типа и недостаци);

- уклањање рекурзије (посебно репна рекурзија).

- У оквиру теме Сложеност израчунавања потребно је:

- упознати ученике са мерењем времена извршавања различитих алгоритама за решавање истог проблема и анализом његове зависности од димензије проблема (линеарна, квадратна, кубна, логаритамска);

- упознати ученике са редом сложености алгоритма;

- упознати ученике са O нотацијом.

- У оквиру теме Ефикаснији алгоритми сортирања низова потребно је:

- реализовати са ученицима:

- брзо сортирање (Quick Sort);
- сортирање обједињавањем (Merge Sort);
- хип сорт (Heap sort);

- реализовати са ученицима апликације у којима примењујемо наведене алгоритме сортирања.

- У оквиру теме Дводимензиони низови, матрице потребно је:

- упознати ученике са одговарајућим типом података и алокацијом меморије;

- упознати ученике са контролама за унос и приказ (нпр.: StringGrid, DataGridView);

- реализовати са ученицима основне алгоритме над матрицама:
- анализа матрице (нпр.: највећи елемент, збир елемената, просеци врста и колона, итд.);

- итерација кроз одређене делове матрице (дијагонале, троуглови, квадранти, околина датог поља, итд.);

- трансформације (симетрична пресликавања матрице, сортирање врста или колона, итд.);

- матрице као математички објекти (решавање система линеарних једначина, детерминанте, сабирање, множење, транспонованье, итд.);

- примене (нпр.: шаховска табла, табела оцена ученика).

- У оквиру теме Претрага са враћањем потребно је:

- упознати ученике са дефиницијом претраге са враћањем и њеном рекурзивном имплементацијом;

- реализовати са ученицима следеће примене претраге са враћањем:

- пут кроз лавиринт,
- обилазак шаховске табле скакачем,
- 8 дама,
- генерисање подскупова датог скупа,
- судоку загонетка.

- У оквиру теме Комбинаторни алгоритми потребно је:

- реализовати са ученицима следеће алгоритме:

- пермутације (генерисање свих пермутација, лексикографски следећа пермутација);

- варијације са понављањем (генерисање свих варијација, n-та варијација у лексикографском редоследу);

- комбинације (генерисање свих комбинација);

- партиције броја.

- У оквиру теме Динамичко програмирање потребно је:

- дефинисати појам динамичког програмирања (веза са рекурзивним решењима и поређење одозго-наниже наспрам одоздо навише приступа, мемоизација);

- реализовати са ученицима решење следећих проблема применом динамичког програмирања:

- Фибоначијеви бројеви, биномни коефицијенти (Паскалов троугао),

- пут кроз матрицу кретањем само у смеру доле или десно који има највећи збир,

- максимални подниз,

- подскуп са збиром нула,

- проблем ранца,

- равномерно подела предмета,

- најдужи заједнички подниз (ЛЦС),

- заграђивање (ефикасно множење више матрица),

- минимална триангулација полигона.

- У оквиру теме Динамичке структуре података потребно је:

- упознати ученике са појмом листе (једноструко повезане, двоструко повезане, кружне) и са њеном репрезентацијом;

- реализовати са ученицима:

- додавање елемента (на почетак, иза датог елемента, на крај);

- брисање елемента (са почетка, иза датог елемента);

- Стек, Ред (разне имплементације);

- упознати ученике са појмом бинарног стабла и са његовом репрезентацијом;

- упознати ученике са појмом БСТ – претраживачко (сортирано бинарно стабло) и са његовим креирањем;

- реализовати са ученицима:

- додавање елемента у БСТ,

- обилазак сортираног дрвета (преордер, инордер, постордер),

- брисање елемента из сортираног дрвета,

- балансирано бинарно стабло,

- решења различитих проблема применом дрвета (имплементација скупа, речника, итд.).

- У оквиру теме Графови потребно је:

- упознати ученике са појмом графа и са његовом репрезентацијом (матрицом повезаности, листама повезаности, итд.);

- реализовати са ученицима следеће алгоритме:

- претрага графа у дубину (ДФС),

- претрага графа у ширину (БФС),

- тополошко сортирање,

- најкраћи пут од датог чвора (Дајкстрин алгоритам),

- најкраћи путеви између свих чворова (Флојд-Варшалов алгоритам),

- минимално разапињуће дрво (Примов или Краскалов алгоритам);

- реализовати са ученицима решавање проблема применом примене графова.

- У оквиру теме Анализа текста потребно је:

- реализовати са ученицима алгоритме из области:

- лексичке анализе,

- синтаксичке анализе (рекурзивни спуст и израчунавање вредности израза),

- претраге текста (КМП алгоритам).

### III разред

У оквиру теме Структура и функција рачунарског система потребно је:

- навести и објаснити кључне тачке развоја рачунарских система (PC); приказати трендове у развоју PC, дефинисати појам перформанси као и критеријуме за оцењивање перформанси; на примерима објаснити како се ради балансирање оваког сложеног система;

- увести појам апстракције и како се она користи у проучавању PC;

- дефинисати и објаснити структуру и функције PC – хардвера, фирмвера и софтвера; дефинисати појмове: архитектура и организација PC; затим прећи на следећи ниво детаља разрадом структуре и функција уређаја PC; посебну пажњу обратити на структуру и функцију централног процесора (ЦПУ); као пример архитектуре ЦПУ приказати процесорски модел – упрошћени ИАС.

У оквиру теме Архитектура и организација рачунарског система потребно је:

- навести и разрадити организационе компоненте модуларног PC:

- матичне плоче, БИОС и Чипсет: објаснити појам системских чипова и значај функционалности које се налазе у њима;

- магистрале, слотови и портови: навести типове магистрала и поделе, објаснити трендове у развоју организације магистрала, дефинисати функције магистрала и урадити упоредну анализу различитих типова магистрала које се данас користе у PC;

- меморија: објаснити хијерархијски систем меморија у савременим PC, навести најважније типове меморије и објаснити разлике, као и разлоге за употребу свих различитих типова, нарочито пажњу посветити оперативној меморији PC и кеш меморији;

- улазно излазни подсистем: дефиниција и организација уређаја који припадају овом подсистему.

У оквиру теме Архитектура и организација централног процесора (ЦПУ) потребно је:

- у оквиру ове наставне теме обрадити пројектовање PC које укључује дизајн електронских компоненти, као и логичких кола у PC, што обухвата хардверске нивое пројектовања, са посебним освртом на дизајн логичких кола за обраду и чување података (дигитална електроника);

- урадити преглед постојећих микропроцесора, приказати њихове карактеристике, као и технологију израде;

- највећу пажњу посветити унапређењима у организацији и архитектури ЦПУ која обухватају решења као што су: бафер наредби, проточна обрада, кеш меморија, архитектуре са више језгара и више процесора;

- урадити упоредну анализу архитектура РИСЦ и ЦИСЦ процесора.

У оквиру теме Пример процесора и његово програмирање потребно је:

- ученицима презентовати, као пример теорије обрађене у претходној наставној теми, архитектуру наставног модела процесора x86; обрадити скуп инструкција, инструкцијски циклус, кодирање и извршавање инструкција;

- на примерима програма упознати ученике са начином програмирања у асемблеру;

- урадити следеће типове програма: линијски, разгранати циклични; представити механизам самомодификације програма и примери позива потпрограма коришћењем самомодификације; приказати механизам IRQ – обрада захтева за прекидом.

У оквиру теме Функције и карактеристике оперативних система потребно је:

- упознати ученике са развојем оперативних система, разлозима настанка; навести функције ОС, као и врсте ОС и њихову улогу; приказати поделе ОС (једнокориснички, вишекориснички; једнопроцесни, вишепроцесни; клијентски, серверски, мрежни, дистрибуирани);

- дефинисати структуру ОС (монолитни, слојевити) и објаснити како функционишу виртуелне машине.

У оквиру теме Паралелни процеси потребно је:

- увести појам и дефиницију процеса; објаснити односе међу процесима и проблеме који настају као последица међусобне зависности – међусобно искључење процеса, потреба за синхронизацијом процеса и блокирање процеса.

У оквиру теме Управљање рачунарским ресурсима потребно је:

- објаснити начин на који ОС управља процесорима; обрадити доделу процесора и промену контекста, алгоритме распоређивања процеса, као и алгоритме распоређивања у више редова чекања;

- обрадити начине управљања меморијом, који обухвата организацију по партицијама, страничну и сегментну организацију, организацију виртуалне меморије са алгоритмима замене страница;

- обрадити управљање периферним уређајима, као и управљање системом датотека.

У оквиру теме Рачунарске мреже потребно је:

- увести и објаснити основне појмови везане за рачунарске мреже: улогу мреже у PC, класификације рачунарских мрежа, топологије и архитектуре савремених рачунарских мрежа;

- дефинисати кључне компоненте рачунарске мреже: радне станице, периферијске уређаје као дељене ресурсе, мрежне уређаје и преносне медијуме;

- обрадити WAN и LAN мреже, навести сличности и разлике, основне карактеристике и технологије повезивања;

- дефинисати правила мрежне комуникације, која су дата протоколима; објаснити модел ISO-OSI, затим TCP/IP протокол са посебним освртом на IP адресирање; навести примере мрежних сервиса који су доступни у савременим рачунарским мрежама.

### IV разред

У оквиру теме Увод у базе података потребно је упознати ученике са потребом креирања база података и са примерима база података које виђају свакодневно. Дефинисати појам релационе базе података и систем за управљање базама података.

Већ током ове прве теме се предлаже да се организују два везана дана блок наставе (12 часова) током којих ће се ученицима направити приказ једне базе података, од дефиниције пословног захтева, приказа готовог модела, креирања базе података, попуњавања базе подацима, до претраге базе ради добијања корисних информација. Предлаже се да се не користи језик SQL, већ неко једноставно графичко окружење за креирање базе. Важно је да ученици виде детаљно један пример из живота у којем се ради са великим количинама података (нпр. библиотека, видеотека, продавница, банка, пошта, школа, спортски клуб,...), као и како изгледа готова релациона база података да би знали чему да теже када креирају модел који је пројекат на основу којег ће се креирати конкретна база.

У оквиру теме Пројектовање релационе базе података потребно је:

- објаснити ученицима важност фазе пројектовања базе података чији је резултат модел објекти – везе;

- упознати ученике за изабраном нотацијом за опис модела података. Нагласити како се води рачуна о интегритету базе у фази пројектовања;

- дефинисати ентитет (објекте) и атрибуте, и везе између ентитета. Објаснити кардиналност и опционалност везе и различите типове веза према кардиналности (1:1, 1:M, M:M). Увести појам примарног идентификатора (кандидат за примарни кључ);

- приказати примере модела којима се решавају потребе за базом података у разним пословањим (нпр. библиотека, видеотека, продавница, банка, пошта, школа, спортски клуб,...);

- објаснити нормализацију и правила прве, друге и треће нормалне форме;

- описати релациони модел података од атрибута, домена, релацијске шеме, релације; објаснити шта је интегритет релационог модела података; дефинисати општа правила интегритета (правила за примарни кључ, страни кључ);

- приказати како се модели података конвертују у релациони модел, односно релациону базу података; објаснити промену терминологије (ентитет–табела, атрибут–колона, инстанца–ред, примарни идентификатор – примарни кључ, веза–страни кључ).



Током обраде ових тема, предлаже се да се ученици поделе у тимове (2 до 4 члана) и да раде на пројектном задатку. Потребно је да изаберу неко пословање (нпр. спортски клуб, туристичка агенција, рент-а-кар компанија, сервис рачунара, банка, продавница...) и да креирају модел података са пратећом документацијом и презентацијом. На пројектима могу да раде током два дана блок наставе и да на трећем дану блок наставе презентују одељењу готово решења.

У оквиру теме Упитни језик SQL за рад са релационом базом података потребно је:

- упознати ученике са основама програмирања у језику SQL; истаћи важност упита SELECT којим претражујемо базе података и којим добијамо тражене и корисне информације; описати селекцију, пројекцију и спајање табела;

- вежбати са ученицима задатке којима се тражи да из базе података добију информације помоћу упита SELECT (пројекцијом, селекцијом, спајањем табела); приказати и провежбати сложене упите и подупите; кроз примере приказати и провежбати употребу разних функција; објаснити важност креирања погледа VIEW и дати примере;

- упознати ученике са наредбама за креирање објеката; посебну пажњу посветити наредби CREATE TABLE и различитим типовима података; објаснити појам ограничења (NOT NULL и UNIQUE KEY), као и примарни и страни кључ. упознати ученике са другим објектима у бази (секвенце, индекси, процедуре, функције);

- објаснити и провежбати наредбе за манипулисање подацима: унос у базу, брисање и измену (INSERT, DELETE и UPDATE);

- истаћи важност администрације базе података: корисници, додељивање и одузимање права корисницима, роле.

Током часова посвећених овим темама, важно је да ученици вежбају задатке који се решавају у језику SQL. Највише пажње посветити упиту SELECT којим се добијају информације из података који се чувају у бази. Потребно је да ученици и креирају бар једну базу података напредбама CREATE TABLE. Часови вежбања су идеални да ученици провежбају и утврде своје знање језика SQL.

## ДОДАТАК

У зависности од интересовања ученика и расподеле осталих часова, могуће је са ученицима обрадити и следеће теме кроз редовне часове или часове вежбања:

- Теорија обликовања база података:

- дефиниција релацијског модела података као формалног система: појединачан податак, атрибут, домен, релацијска шема, п-торка, релација, примарни кључ, релацијска алгебра;

- конвенција писања објеката;

- теорија функцијских зависности: аномалије одржавања база података;

- дефиниција, Амстронгове аксиоме, затварачи скупа функцијских зависности, затварачи скупа атрибута, нормалне форме и нормализација декомпозицијом.

## ПРОГРАМИРАЊЕ И ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИЦИ

### Циљ и задаци

**Циљ** наставног предмета *програмирање и програмски језици* је стицање знања, овладавање вештинама и формирање вредносних ставова који доприносе развоју информатичких знања неопходних за даље школовање, рад у савременом друштву, као и развој различитих приступа решавању проблема програмирањем код ученика и њихово оспособљавање да ефикасно и рационално користе рачунаре за решавање проблема из свакодневног живота креирањем апликација.

**Задаци** наставе предмета *програмирања и програмских језика* су да ученици:

- овладају свим основним, али и неким напреднијим концептима програмирања;

- упознају се са различитим приступима решавању проблема програмирањем, различитим програмским парадигмама и савладају различите програмске језике који те парадигме илуструју;

- овладају широким дијапазоном основних рачунарских алгоритама;

- разумеју и примењују принципе креирања модуларних и добро структурираних програма;

- овладају свим важним концептима објектно оријентисаног програмирања;

- користе принципе креирања апликација са графичким корисничким интерфејсом и основне принципе њиховог функционисања;

- упознају се са теоријом израчунљивости, појмом сложености алгоритама и напредним алгоритмима који решавају тешке проблеме;

- јачају способност решавања проблема развојем логичког и критичког мишљења;

- јачају способност за прецизно и концизно дефинисање проблема; упознају се са потребном за коришћењем решавања проблема програмирањем и у другим областима (нпр. у математици и техници или у дефинисању пословних процедура и протокола); унапреде стратегије и технике самосталног учења користећи могућности рачунара, изграде спремност за праћење нових решења у области информатичке технологије и развију спремност за учење током целог живота;

- развију свест о неопходности коришћења рачунара у свакодневном животу и раду и значају информатике за функционисање и развој друштва;

- примене стечена знања и вештине у савладавању програма других наставних предмета;

- оспособе се за рад на пројектима, који захтевају примену знања из других наставних предмета, и који подразумевају креирање решења на рачунару за дефинисани проблеме и израду конкретних апликација, са пратећом документацијом и презентацијама;

- савладају вештине тимског рада и сарадње на пројектима;

- изграде правилне ставове према коришћењу рачунара, без злоупотребе и претеривања које угрожава њихов физичко и ментално здравље;

- упознају савремена ергономска решења која олакшавају употребу рачунара.

## III разред

(2 часа недељно, 70 часова годишње + 30 часова наставе у блоку)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

1. УВОД У ОБЈЕКТНО ОРЈЕНТИСАНО ПРОГРАМИРАЊЕ (6)
2. ОБЈЕКТИ И КЛАСЕ (24)
3. ПРИНЦИПИ НАСЛЕЂИВАЊА И ПОЛИМОРФИЗАМ(22)
4. КРЕИРАЊЕ БИБЛИОТЕКА КЛАСА, ИЗРАДА СЛОЖЕНИЈИХ ПРОЈЕКТА (12)  
ПРЕДВИЂЕНА СУ ДВА ДВОЧАСОВНА ПИСМЕНА ЗАДАТКА СА ЈЕДНОЧАСОВНИМ ИСПРАВКАМА (6 часова)

Настава у блоку (30)

1. ОБЈЕКТИ И КЛАСЕ, КРЕИРАЊЕ ЈЕДНОСТАВНИХ КЛАСА И АПЛИКАЦИЈА КОЈЕ ИХ КОРИСТЕ (6)
2. МЕТОДИ ЗА МАНИПУЛАЦИЈУ СА ОБЈЕКТИМА КЛАСЕ, ОПЕРАТОРИ (6)
3. НАСЛЕЂИВАЊЕ И ПОЛИМОРФИЗАМ (6)
4. ИЗРАДА ПРОЈЕКТНОГ ЗАДАТКА (12)

## IV разред

(2 часа недељно, 62 часа годишње + 30 часова наставе у блоку)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

1. УВОД(4)
2. ИСКАЗНА ЛОГИКА(10)
3. ПРЕДИКАТСКА ЛОГИКА(12)
4. ЛОГИЧКО ПРОГРАМИРАЊЕ(18)
5. ФУНКЦИОНАЛНО ПРОГРАМИРАЊЕ(12)  
Предвиђена су два двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (6 часова).



I. УПОЗНАВАЊЕ СА РАЗВОЈНИМ ОКРУЖЕЊЕМ ПРОГРАМСКОГ ЈЕЗИКА ЛОГИЧКОГ ПРОГРАМИРАЊА (6)

II. РАД СА ЛИСТАМА У ЛОГИЧКОМ ПРОГРАМИРАЊУ (8)

III. РЕШАВАЊЕ ЛОГИЧКИХ ПРОБЛЕМА У ЛОГИЧКОМ ПРОГРАМИРАЊУ (8)

IV. ФУНКЦИОНАЛНО ПРОГРАМИРАЊЕ (8)

### НАЧИН РЕАЛИЗАЦИЈЕ ПРОГРАМА

#### III разред

У оквиру теме Увод у објектно оријентисано програмирање потребно је:

– упознати ученике са настанком и развојем, основним идејама и основним појмовима ООП;

– упознати ученике са основним принципима ООП:

- апстракција,
- енкапсулација,
- наслеђивање,
- полиморфизам;

У оквиру теме Објекти и класе потребно је:

– упознати ученике са основним елементима класе:

- атрибути,
- методе;

– упознати ученике са Креирањем инстанци класе (објеката)

- конструктори,
- референцирање инстанце (оператор new);

– упознати ученике са начином приступа елементима класе

- принцип енкапсулације,
- читање вредности атрибута,
- постављање вредности атрибута,
- јавни и приватни приступ,
- static елементи класе;

– реализовати различите класе и апликације које их користе:

• класа Особа, апликације за издвајање података о особи из текстуалне датотеке, измену, брисање и додавање нових података на основу тока апликације;

• класа Круг, апликације у којима се цртају објекти ове класе, који се померају на основу разних акција корисника, настају и нестају;

• класа Возило, апликације за анализу података о аутомобилима, продају аутомобила, претрагу аутомобила;

• класа Комплексни Број, апликације за манипулације са комплексним бројевима;

• класа Ауто, апликације за цртање аутомобила, реализацију кретања аутомобила.

У оквиру теме Принципи наслеђивања и полиморфизам потребно је:

– упознати ученике са основним принципима наслеђивања, начином креирања изведених класа, креирањем конструктора за објекте изведених и основне класе, могућностима приступа компонентама основне и изведених класа;

– упознати ученике са принципом полиморфизма, виртуалним методама;

– упознати ученике са појмом апстрактне класе, апстрактних метода;

– реализовати различите класе и апликације које их користе:

• класа Особа, изведене класе Ученик, Професор, Директор, Помоћни Радник;

• класа Возило, изведене класе Путничко, Теретно;

• класа Облик, изведене класе Троугао, Квадрат, Круг, апликације које их користе;

• класа Функција, изведене класе Логаритамска, Синусна, Косинусна, Константа, Сложена Функција,...;

• класа Телефон, изведене класе Припејд и Постпејд;

• класа Трансакција, изведене класе Уплата и Исплата.

У оквиру теме Креирање библиотека класа, израда сложенијих пројеката потребно је:

– упознати ученике са могућношћу креирања библиотеке класа и начином њеног коришћења;

– реализовати са ученицима један озбиљнији пројекат, са системом наслеђених класа како би се што боље припремили за израду пројектних задатака.

#### IV разред

У оквиру теме Увод потребно је:

– упознати ученике са основним особинама декларативног програмирања, разликом између релационих и функционалних програмских језика, начином описивања проблема у декларативним програмским језицима.

У оквиру теме Исказна логика потребно је:

– обнови градиво из исказне логике, обрађивано у оквиру математичке групе предмета (Искази, Исказне формуле, Истинитосна вредност исказних формула);

– упознати ученике са методама провере да ли је тврђење логичка последица других тврђења или не:

- КНФ (ДНФ),
- ДПЛЛ алгоритам,
- метод резолуције.

У оквиру теме Предикатска логика потребно је:

– дефинисати предикатске формуле и њихову интерпретацију;

– приказати ученицима представљање произвољне предикатске формуле у облику логичког програма кроз фазе:

- пренекс нормална форма,
- сколемизација,
- супституција,
- унификација;

– објаснити метод резолуције.

У оквиру теме Логичко програмирање потребно је:

– упознати ученике са синтаксом изабраног програмског језика;

– упознати ученике са различитим врстама програмских клаузула (чињенице, правила и циљеви);

– упознати ученике са процесом израчунавања одговора, објаснити стабло израчунавања одговора;

– дефинисати сложене структуре података, листе, као структуре разноврсних података са утврђеним редоследом, чијим елементима се приступа од првог елемента; обавезно нагласити рекурзивну структуру листе;

– дефинисати основна правила за рад са листама:

- припадност листи,
- спајање две листе,
- брисање елемента из листе;

– дефинисати правила за решавање комбинаторних проблема:

- пермутације,
- варијације,
- комбинације;

– дефинисати правила за решавање логичких проблема:

- Ајнштајнов проблем кућа,
- мисионари и људождери;

– дефинисати појам експертског система и креирати једноставан експертски систем за препознавање различитих облика, живогиња, предмета.

У оквиру теме Функционално програмирање потребно је:

– упознати ученике са типовима и класама типова;

– упознати ученике са синтаксом израза и функцијама (ламбда изрази, Каријев запис, let ... in, where, if-then-else, case);

– упознати ученике са рекурзивним функцијама и функцијама вишег реда (map, filter, fold) и реализовати са ученицима неке рекурзивне функције;

– дефинисати типове и класе типова (алгебарски типови података, параметарски полиморфизам);

– дефинисати функторе, монаде;

– упознати ученике са улазом/излазом програма и стандардним библиотекама.

## САДРЖАЈ И НАЧИН ПОЛАГАЊА МАТУРСКОГ ИСПИТА

Матурским испитом утврђује се зрелост и оспособљеност ученика за даље школовање.

Матурски испит полажу ученици који су успешно завршили четврти разред гимназије.

### САДРЖАЈ МАТУРСКОГ ИСПИТА

Матурски испит састоји се из заједничког и изборног дела.

У оквиру заједничког дела сви ученици полажу:

– Матерњи језик и књижевност;

– Анализу са алгебром.

У оквиру изборног дела ученици раде и бране матурски рад.

Сви предмети полажу се према програму који је ученик завршио.

#### Заједнички део

1. Матерњи језик и књижевност

Матерњи језик и књижевност полаже се писмено. Писмени испит из Матерњег језика и књижевности ради се 4 школска часа.

При оцењивању писменог задатка, испитна комисија има у виду ширину обраде теме, избор и интерпретацију грађе, композицију, стил и језик.

2. Анализа са алгебром

Писмени испит из Анализе са алгебром ради се 4 школска часа.

Ученици који добију недовољну оцену из писменог задатка упућују се на поновно полагање матурског испита. Ученици који су на писменом делу испита из Анализе са алгебром добили позитивну оцену којом нису задовољни, могу полагати усмени део испита. Приликом оцењивања писменог задатка, испитна комисија има у виду креативност и доследност у спровођењу поступка у решавању задатака и тачност решења задатака. На усменом делу испита ученик треба да покаже у којој мери је усвојио знање из Анализе са алгебром и умења неопходна за примену у свакодневном животу и у пракси, колико је оспособљен за успешно настављање образовања и изучавање других области у којима се анализа и алгебра примењују.

#### Изборни део

Изборни део матурског испита састоји се из матурског рада и одбране матурског рада.

#### Матурски рад

Матурски рад са одбраном је самостално обрађена тема коју ученик бира са списка одабраних тема у оквиру једног од следећих предмета:

– Анализа са алгебром;

– Геометрија;

– Линеарна алгебра и аналитичка геометрија;

– Вероватноћа и математичка статистика;

– Нумеричка математика;

– Рачунарство и информатика;

– Програмирање и програмски језици;

– Физика;

– Хемија;

– Биологија.

Теме за матурски рад утврђује наставничко веће школе на предлог стручног већа за област предмета. Списак утврђених тема објављује се на огласној табли или доставља ученицима на увид на други погодан начин почетком другог полугодишта за текућу школску годину.

Сврха матурског рада је да ученик покаже колико влада материјом у вези са темом, у којој мери је усвојио методе и приступ обраде теме, како се служи литературом, да ли је оспособљен да анализира, критички размишља и да самостално изрази свој лични став у односу на тему коју обрађује.

Ученик ради матурски рад у току завршног разреда уз помоћ наставника – ментора.

У току израде матурског рада обавезно је организовање најмање четири консултације на којима је ментор дужан прати рад сваког ученика и пружи потребну помоћ упућивањем на потребну литературу и избору начина и структуре израде рада.

#### Одбрана матурског рада

На усменој одбрани матурског рада ученик је дужан да изложи концепцију свог рада, да наведе литературу и друге изворе знања које је користио, да образложи посебне методе и поступке којима се руководио у току израде матурског рада.

У току одбране матурског рада кандидат треба да покаже знање из целокупног садржаја предмета из којег брани рад.

После одбране матурског рада испитна комисија утврђује једну оцену која се изводи из вредности рада и одбране матурског рада са аспекта способности кандидата да самостално интерпретира материју и да користи савремене методе и изворе информација у процесу стицања новог знања.

### ОРГАНИЗАЦИЈА И НАЧИН ПОЛАГАЊА МАТУРСКОГ ИСПИТА

Матурски испит полаже се у два редовна матурска испитна рока: јунском и августовском. После августовског испитног рока ученици полажу ванредно, у роковима које утврди школа.

За полагање матурског испита ученик подноси пријаву школи у року који одреди школа. У пријави се наводи назив теме за матурски рад. Уз пријаву се прилаже сведочанство о завршеним разредима гимназије и извод из матичне књиге рођених.

Ученику који се пријави за полагање матурског испита и из оправданих разлога буде спречен да полаже испит у целини или поједине делове испита, испитни одбор може да одобри полагање ван редовних испитних рокова.

Ученик може да одустане од полагања испита три дана пре почетка испита, о чему обавештава испитни одбор.

#### Начин полагања писмених испита

Писмени испит из истог предмета полажу сви ученици истог дана, по правилу, у истој просторији, у присуству најмање једног дежурног наставника.

Писмени испит траје четири школска часа.

Између два писмена испита ученик мора да има слободан дан.

Приликом полагања писменог испита није дозвољено коришћење помоћне литературе.

Теме и задатке за писмени испит предлажу предметни наставници, а испитни одбор, на дан испита, од предложених тема утврђује три теме, односно групе задатака од којих ученик бира једну.

Теме и задатке за писмени испит ученици добијају непосредно пред почетак писменог испита.

Ученик не сме да прекрши испитна правила која утврди школа. На пример: не сме да напусти просторију у којој се обавља писмени испит без одобрења дежурног наставника, не сме да користи недовољена средства, да преписује од других, да омета друге и слично.

Писменом испиту, поред дежурног наставника (дежурних наставника), могу да присуствују председник испитног одбора и стручњаци које делегира министарство надлежно за послове образовања.

#### Начин полагања усменог дела испита из Анализе са алгебром

Усмени део испита из Анализе са алгебром могу да полажу ученици који су положили писмени испит.

Полагање усменог дела испита почиње најраније два дана после положеног писменог испита.

На усменом делу испита ученик извлачи испитни листић на коме су исписана три питања, односно задатка. Уколико ученик процени да не може да одговори на питање, има право да промени листић, што може да утиче на оцену.

Испитни листић не може два пута бити употребљен истог дана. Број испитних листића већи је, за сваку испитну комисију, за десет одсто од броја пријављених кандидата.

Списак испитних питања припремају предметни наставници у сарадњи са стручним већем за област предмета и благовремено дају ученицима да би се припремили за матуру.

Одговори ученика на усменом делу испиту трају до тридесет минута, укључујући и време за припрему ученика за давање одговора.

Усменом делу испита, поред чланова испитне комисије, могу да присуствују чланови испитног одбора, наставници школе, стручњаци које делегира министарство надлежно за послове образовања и ученици.

### **Начин одбране матурског рада**

Тему за матурски рад ученик бира са списка утврђених тема. Исту тему за матурски рад не могу радити два или више ученика у истом испитном року.

Ученик предаје матурски рад у року који одреди испитни одбор. Уколико га не преда у предвиђеном року, сматра се да је одустао од полагања матурског испита.

Одбрана матурског рада траје до тридесет минута.

Одбрани матурског рада, поред чланова испитне комисије, могу да присуствују чланови испитног одбора, наставници школе, стручњаци које делегира министарство надлежно за послове образовања и ученици.

Материјал који садржи списак тема и задатака, питања за писмени испит и испитне листиће за усмени испит чувају се као пословна тајна до почетка испита. Материјал чува директор школе.

### **Испитни одбор и испитне комисије**

За спровођење матурског испита директор школе формира испитни одбор и испитне комисије за сваки предмет који се полаже на матурском испиту. Ако један предмет или део испита полаже велики број ученика, директор може да именује већи број испитних комисија за исти предмет. Школа може да ангажује, као чланове испитних комисија, и спољне сараднике.

Испитни одбор чине председник испитног одбора, његов заменик и чланови. Председник испитног одбора је по правилу директор школе. Сви чланови испитних комисија су истовремено чланови испитног одбора. Испитну комисију чине три члана: председник, испитивач и стални члан. Два члана морају бити стручњаци за предмет из кога се полаже испит.

Директор одређује ко ће бити председник испитне комисије, ко испитивач, а који ће члан водити записник о раду испитне комисије. Записник о раду испитног одбора води секретар кога именује директор.

Испитни одбор евидентира:

- теме за матурски рад;
- кандидате за матурски испит са подацима о називу теме за матурски рад;
- рокове и распоред полагања појединих делова испита;
- наставнике који ће да дежурају за време писмених испита;
- наставнике – менторе које ће ученици консултовати у току израде матурског рада;

- утврђује теме и задатке за писмене испите;
  - утврђује општу оцену на матурском испиту;
  - утврђује коначну оцену у случају несагласности чланова испитне комисије приликом закључивања оцена за поједине предмете.
- Испитни одбор усваја одлуке већином гласова присутних чланова, а може да одлучује ако су присутне две трећине свих чланова. Испитне комисије предлажу оцене из предмета и матурског рада.

### **ОЦЕЊИВАЊЕ И ОСЛОБАЂАЊЕ ПОЛАГАЊА ИСПИТА**

Успех ученика из појединих предмета оцењује се једном оценом, која се, у случају да је ученик/ца полагао усмени део испита, изводи на основу оцена добијених на писменом и усменом делу испита.

Оцена из матурског рада изводи се на основу оцена добијених на матурском раду и одбрани тога рада.

Општи успех на матурском испиту исказује се једном оценом као средња аритметичка вредност оцена добијених за поједине предмете који су полагани на матурском испиту и оцене из матурског рада.

Оцене појединих предмета утврђује испитна комисија на предлог предметног испитивача, а оцену општег успеха испитни одбор на основу извештаја испитних комисија. Ако испитна комисија не може да утврди појединачне оцене једногласно, ако је један оцењивач дао позитивну оцену, други негативну, или је разлика између позитивних оцена два или више, испитни одбор утврђује коначну оцену.

Ученик је положио матурски испит ако је из свих делова испита добио позитивну оцену.

Ученик који је на матурском испиту добио једну или две недовољне оцене полаже поправни испит из тих предмета. Уколико не положи поправни, поново полаже матурски испит у целини, као ванредан ученик, у роковима које одреди школа.

Ученик може бити и неоцењен или оцењен негативном оценом, без полагања испита. Неоцењен остаје ученик који прекине писмени испит из оправданих разлога и ученик који је због кршења испитних правила удаљен са испита.

Негативном оценом оцењује се ученик који прекине писмени испит без оправданих разлога, ученик који није предао писмени задатак, ученик који је напустио просторију у којој се полаже испит, без дозволе дежурног наставника. Негативном оценом оцењује се и ученик за кога се недвосмислено докаже да је у току испита или после испита користио недозвољена средства или да је рад преписао.

### **ЕВИДЕНЦИЈА И ЈАВНЕ ИСПРАВЕ**

О току полагања писмених и усмених испита води се записник. За време дежурства на писменом испиту дежурни наставник уноси у записник све што није у складу са утврђеним правилима о току писменог испита. Записници се воде посебно о раду испитних комисија, а посебно о раду испитног одбора.

Записник о матурском испиту обухвата податке о ученику, податке о испитним предметима, члановима испитног одбора и испитних комисија, податке о темама, односно задацима, као и питања за предмете и успех за сваки део испита.