|  |  |
| --- | --- |
| futer logo | ПРАВИЛНИК  О ДОПУНИ ПРАВИЛНИКА О ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА ГИМНАЗИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ СА ПОСЕБНИМ СПОСОБНОСТИМА ЗА МАТЕМАТИКУ  ("Сл. гласник РС - Просветни гласник", бр. 10/2022) |

На основу члана 67. став 1. Закона о основама система обра- зовања и васпитања („Службени гласник РС”, бр. 88/17, 27/18 – др. закон, 10/19, 6/20 и 129/21) и члана 17. став 4. и члана 24. Зако- на о Влади („Службени гласник РС”, бр. 55/05, 71/05 – исправка, 101/07, 65/08, 16/11, 68/12 – УС, 72/12, 7/14 – УС, 44/14 и 30/18

– др. закон),

Министар просвете, науке и технолошког развоја доноси

**ПРАВИЛНИК**

**o допуни Правилника о плану и програму наставе и учења гимназије за ученике са посебним способностима за математику**

Члан 1.

У Правилнику о плану и програму наставе и учења гимназије за ученике са посебним способностима за математику („Службени гласник Републике Србије – Просветни гласник”, бр. 7/20, 12/20 и 6/21), после програма наставе за други разред, додаје се програм наставе за трећи разред, који је одштампан уз овај правилник и чини његов саставни део.

Члан 2.

План и програм наставе и учења остварује се и у складу са:

1. Правилником о плану и програму наставе и учења за гим- назију („Службени гласник РС – Просветни гласник”, бр. 4/20, 12/20, 15/20, 1/21, 3/21 и 7/21), у делу који се односи на план и програм наставе и учења за предмете природно-математичког сме- ра за трећи разред:

* Српски језик и књижевност;
* Матерњи језик и књижевност;
* Српски као нематерњи језик;
* Социологија;
* Физичко и здравствено васпитање;
* Грађанско васпитање;

1. Правилником о плану и програму наставе и учења гимна- зије за ученике са посебним способностима за биологију и хемију („Службени гласник РС – Просветни гласник”, бр. 7/20 и 6/21), у делу који се односи на план и програм наставе и учења за трећи разред за предмет Страни језик;
2. Правилником о наставном плану и програму предмета Верска настава за средње школе („Службени гласник РС – Про- светни гласник”, бр. 6/03, 23/04, 9/05 и 11/16).

Члан 3.

Даном почетка примене овог правилника престаје да важи Правилник о наставном плану и програму за обдарене ученике у Математичкој гимназији („Службени гласник РС – Просветни гла- сник”, бр. 12/16, 13/16 – исправка, 15/19 и 6/21), у делу који се од- носи на наставни план и програм за трећи разред.

Члан 4.

Овај правилник ступа на снагу наредног дана од дана обја- вљивања у „Службеном гласнику Републике Србије – Просветном гласнику”, а примењује се од школске 2022/2023. године.

# ПРОГРАМ НАСТАВЕ И УЧЕЊА ЗА ТРЕЋИ РАЗРЕД ГИМНАЗИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ СА ПОСЕБНИМ СПОСОБНОСТИМА ЗА МАТЕМАТИКУ

1. ЦИЉЕВИ ОПШТЕГ СРЕДЊЕГ ОБРАЗОВАЊА И ВАСПИТАЊА СУ:
   * развој кључних компетенција неопходних за даље образо- вање и активну улогу грађанина за живот у савременом друштву;
   * оспособљавање за самостално доношење одлука о избору занимања и даљег образовања;
   * свест о важности здравља и безбедности;
   * оспособљавање за решавање проблема, комуникацију и тимски рад;
   * поштовање расне, националне, културне, језичке, верске, родне, полне и узрасне равноправности, толеранције и уважавања различитости;
   * развој мотивације и самоиницијативе за учење, оспособља- вање за самостално учење, способност самовредновања и изража- вања сопственог мишљења;
   * пун интелектуални, емоционални, социјални, морални и физички развој сваког ученика, у складу са његовим узрастом, ра- звојним потребама и интересовањима;
   * развој свести о себи, стваралачких способности и критич- ког мишљења;
   * развијање ненасилног понашања и успостављање нулте то- леранције према насиљу;
   * развијање свести о значају одрживог развоја, заштите и очувања природе и животне средине и еколошке етикe;
   * развијање позитивних људских вредности;
   * развијање компетенција за разумевање и поштовање људ- ских права, грађанских слобода и способности за живот у демо- кратски уређеном и праведном друштву;
   * развијање личног и националног идентитета, развијање све- сти и осећања припадности Републици Србији, поштовање и него- вање српског језика и матерњег језика, традиције и културе српског народа и националних мањина, развијање интеркултуралности, по- штовање и очување националне и светске културне баштине.
2. ОПШТЕ УПУТСТВО ЗА ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА НАСТАВЕ И УЧЕЊА ОБАВЕЗНИХ ПРЕДМЕТА
3. Програми оријентисани на процес и исходе учења

Структура програма наставе и учења свих обавезних пред- мета је конципирана на исти начин. На почетку се налази циљ наставе и учења предмета за сва четири разреда општег средњег образовања и васпитања. Иза циља се налазе општа предметна и специфичне предметне компетенције. У табели која следи, у првој колони наведени су стандарди који су утврђени за крај образов- ног циклуса, а који се делимично или у потпуности достижу на крају разреда, у другој колони дати су исходи за крај разреда, а у трећој се налазе теме/области са кључним појмовима садржаја. За предмете који немају утврђене стандарде за крај средњег образо- вања, у табели не постоји одговарајућа колона. Након табеле следе препоруке за остваривање наставе и учења предмета под насло- вом *Упутство за дидактичко-методичко остваривање програма.* Праћење напредовања и оцењивање постигнућа ученика је форма- тивно и сумативно и реализује се у складу са *Правилником о оце- њивању ученика у средњем образовању и васпитању,* а у оквиру *Упутства за дидактичко-методичко остваривање програма* на- лазе се препоруке за праћење и вредновање постигнућа ученика у односу на специфичности датог предмета.

Сви програми наставе и учења засновани су на општим ци-

љевима и исходима образовања и васпитања и потребама ученика. Усмерени су на процес и исходе учења, а не на саме садржаје који сада имају другачију функцију и значај. Садржаји су у функцији остваривања исхода који су дефинисани као функционално знање ученика тако да показују шта ће ученик бити у стању да учини, предузме, изведе, обави захваљујући знањима, ставовима и вешти- нама које је градио и развијао током једне године учења конкрет- ног наставног предмета. Овако конципирани програми подразуме- вају да оствареност исхода води ка развијању компетенција, и то како општих и специфичних предметних, тако и кључних. Прегле- дом исхода који су дати у оквиру појединих програма наставе и учења може се видети како се постављају темељи развоја кључних компетенција које желимо да ученици имају на крају општег сред- њег образовања.

На путу остваривања циља и исхода, улога наставника је врло важна јер програм пружа простор за слободу избора и повезивање садржаја, метода наставе и учења и активности ученика. Оријен- тација на процес учења и исходе брига је не само о резултатима, већ и начину на који се учи, односно како се гради и повезује зна- ње у смислене целине, како се развија мрежа појмова и повезује знање са практичном применом.

Програми наставе и учења, наставницима су полазна основа и педагошко полазиште за развијање наставе и учења, за планира- ње годишњих и оперативних планова, као и непосредну припрему за рад.

1. Препоруке за планирање наставе и учења

Образовно-васпитна пракса је сложена, променљива и не може се до краја и детаљно унапред предвидети. Она се одвија кроз динамичну спрегу међусобних односа и различитих активно- сти у социјалном и физичком окружењу, у јединственом контексту конкретног одељења, конкретне школе и конкретне локалне зајед- нице. Зато, уместо израза реализовати програм, боље је рећи да се на основу датог програма планирају и остварују настава и учење који одговарају конкретним потребама ученика. Настава треба да

обезбеди сигурну, подстицајну и подржавајућу средину за учење у којој се негује атмосфера интеракције и однос уважавања, сарад- ње, одговорности и заједништва.

Полазећи од датих исхода учења и кључних појмова садр- жаја, од наставника се очекује да дати програм контекстуализује, односно да испланира наставу и учење према потребама одељења имајући у виду карактеристике ученика, наставне материјале које ће користити, техничке услове, наставна средства и медије којима школа располаже, као и друге ресурсе школе и локалне средине.

Приликом планирања наставе и учења потребно је руководи- ти се:

* индивидуалним разликама међу ученицима у погледу начи- на учења, темпа учења и брзине напредовања;
* интегрисаним приступом у којем постоји хоризонтална и вертикална повезаност унутар истог предмета и различитих на- ставних предмета;
* партиципативним и кооперативним активностима које омо- гућавају сарадњу;
* активним и искуственим методама наставе и учења;
* уважавањем свакодневног искуства и знања које је ученик изградио ван школе, повезивањем активности и садржаја учења са животним искуствима ученика и подстицањем примене наученог и свакодневном животу;
* неговањем радозналости, одржавањем и подстицањем ин- тересовања за учење и континуирано сазнавање;
* редовним и осмишљеним прикупљањем релевантних пода- така о напредовању ученика, остваривању исхода учења и постиг- нутом степену развоја компетенција ученика.

Полазећи од датих исхода, наставник најпре, као и до сада, креира свој годишњи (глобални) план рада из кога касније разви- ја своје оперативне планове. Како су исходи дефинисани за крај наставне године, наставник треба да их операционализује прво у оперативним плановима, а потом и на нивоу конкретне наставне јединице. Од њега се очекује да за сваку наставну јединицу, у фази планирања и писања припреме за час, дефинише исходе за час који воде ка остваривању исхода прописаних програмом.

При планирању треба, такође, имати у виду да се исходи ра- зликују. Неки се лакше и брже могу остварити, али је за већину исхода потребно више времена и више различитих активности.

Посебну пажњу током непосредне припреме за наставу тре- ба посветити планирању и избору метода и техника, као и облика рада. Њихов избор је у вези са исходима учења и компетенцијама које се желе развити, а одговара природи предмета, конкретним садржајима и карактеристикама ученика. У том смислу на настав- нику је да осмишљава разноврсне активности, како своје, тако и активности ученика. Очекује се да ученици у добро осмишљеним и разноврсним активностима наставе развијају своје компетенције целоживотног учења кроз самостално проналажење информација, критичко разматрање, обраду података на различите начине, пре- зентацију, аргументовану дискусију, показивање иницијативе и спремности на акцију.

Од наставника се очекује да континуирано прати и вреднује свој рад и по потреби изврши корекције у свом даљем планира- њу. Треба имати у виду да се неке планиране активности у пракси могу показати као неодговарајуће зато што су, на пример, испод или изнад могућности ученика, не обезбеђују остваривање исхода учења, не доприносе развоју компетенција, не одговарају садржају итд. Кључно питање у избору метода, техника, облика рада, актив- ности ученика и наставника јесте да ли је нешто релевантно, чему то служи, које когнитивне процесе код ученика подстиче (са фоку- сом на подстицање когнитивних процеса мишљења, учења, памће- ња), којим исходима и компетенцијама води.

1. Препоруке за праћење и вредновање наставе и учења

Праћење и вредновање је део професионалне улоге наставни- ка. Од њега се очекује да континуирано прати и вреднује:

* + процес наставе и учења,
  + исходе учења и
  + себе и свој рад.

Оријентисаност нових програма наставе и учења на исходе и процес учења омогућава:

* + објективније вредновање постигнућа ученика,
  + осмишљавање различитих начина праћења и оцењивања,
  + диференцирање задатака за праћење и вредновање ученич- ких постигнућа и
  + боље праћење процеса учења.

Праћење напредовања и оцењивање постигнућа ученика је формативно и сумативно и реализује се у складу са *Правилником о оцењивању ученика у средњем образовању и васпитању*. У на- стави оријентисаној на остваривање исхода учења вреднују се и процес учења и резултати учења. Поред уобичајених начина пра- ћења и оцењивања ученика путем усменог и писменог испити- вања које даје најбољи увид у резултате учења, постоје и многи други начини које наставник може и треба да употребљава како би објективно проценио не само резултате већ и процес учења. У том смислу, путем посматрања, он може да прати следеће показатеље: начин на који ученик учествује у активностима, како прикупља по- датке, како аргументује и доноси закључке. Посебно поуздани по- казатељи су квалитет постављених питања, способност да се нађе веза међу појавама, навођење примера, спремност да се промени мишљење у контакту са аргументима, разликовање чињеница од интерпретација, извођење закључака, прихватање другачијег ми- шљења, примењивање, предвиђање последица, давање креативних решења. Поред тога, наставник прати и вреднује како ученици ме- ђусобно сарађују у процесу учења, како решавају сукобе мишље- ња, како једни другима помажу, да ли испољавају иницијативу, како превазилазе тешкоће, да ли показују критичко мишљење уме- сто критицизам.

Како ни један од познатих начина вредновања није савршен,

потребно је комбиновати различите начине оцењивања. Једино тако наставник може да сагледа слабе и јаке стране ученика. При- ликом сваког вредновања постигнућа потребно је ученику дати повратну информацију која помаже да разуме грешке и побољша свој резултат и учење. Повратна информација треба да буде увре- мењена, дата током или непосредно након обављања неке актив- ности; треба да буде конкретна, да се односи на активности и про- дукте ученика, а не на његову личност.

Праћење напредовања ученика започиње иницијалном про- ценом нивоа на коме се он налази и у односу на који ће се про- цењивати његов даљи ток напредовања. Свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације, а ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују соп- ствени напредак у остваривању исхода предмета, као и напредак других ученика.

Ученике треба континуирано, на различите начине, охрабри- вати да размишљају о квалитету свог рада и о томе шта треба да предузму да би свој рад унапредили. Резултате целокупног праће- ња и вредновања (процес учења и наставе, исходе учења, себе и свој рад) наставник узима као основу за планирање наредних ко- рака у развијању образовно-васпитне праксе.

Наставу математичке и информатичке групе предмета и Фи- зике могу реализовати наставници са високошколских установа и научних института.

# ОБАВЕЗНИ ПРЕДМЕТИ

**ФИЗИКА**

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

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Кроз опште средњошколско учење физике очекује се да уче- ници повежу физичке законе и процесе са практичном применом и тако постигну научну писменост која ће им омогућити праћење

и коришћење информација у области физике, исказаних језиком физике (физичким терминима, симболима, формулама и једначи- нама), дискусију и доношење одлука у вези с темама из области физике, значајним за појединца и друштво. На првом месту то се односи на безбедно руковање уређајима, алатима и комерцијалним производима и на бригу о животној средини. Поред тога, очекује се развијање истраживачког односа према окружењу кроз експе- риментални рад којим се упознаје научни метод, као и разумевање природе науке, научно-истраживачког рада и подржавање допри- носа науке квалитету живота појединца и развоју друштва.

# Основни ниво

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

# Средњи ниво

Ученик објашњава и решава сложеније физичке проблеме, рачунске и експерименталне задатке издвајајући битне податке који се односе на дати проблем, успостављајући везе међу њима

и користећи одговарајуће законе и математичке релације. Знање из физике користи при решавању и тумачењу проблема у другим областима науке, технологије и друштва. Уз помоћ упутства, уче- ник може да припрема, изводи и описује огледе, експерименте и једноставна научна истраживања.

# Напредни ниво

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

СПЕЦИФИЧНЕ ПРЕДМЕТНЕ КОМПЕТЕНЦИЈЕ

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

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **4 часа**

Годишњи фонд часова **134 часа теорије+ 14 часова вежби**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СТАНДАРДИ** | **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМЕ**  и  кључни појмови садржаја програма |
| **2.ФИ.1.1.1.** Описује и објашњава физичке појаве: равномерно праволинијско кретање, равномерно променљиво праволинијско кретање, пренос притиска кроз течности и гасове, пливање тела, механичка осциловања и таласи.  **2.ФИ.1.1.4.** Разуме везу између енергије и рада и зна смисао закона одржања енергије.  **2.ФИ.1.1.6.** Познаје услове за настајање звука и зна да наведе његова основна својства као механичког таласа. **2.ФИ.1.1.8.** Користи уређаје и мерне инструменте за мерење физичких величина: растојање, временски интервал, маса, сила, притисак.  **2.ФИ.1.3.1.** Описује и објашњава физичке појаве: деловање електричног поља на наелектрисане честице и проводник, електростатичку заштиту, кретање наелектрисаних честица у електричном и магнетном пољу, магнетну интеракцију наелектрисања у кретању, узајамно деловање два паралелна праволинијска струјна проводника, појаву електромагнетне индукције, принцип рада генератора наизменичне струје.  **2.ФИ.1.3.3.** Познаје релације и физичке величине које описују деловање магнетног поља на наелектрисане честице и проводник са струјом (Лоренцова и Амперова сила).  **2.ФИ.1.3**.**4.** Разликује електромоторну силу и електрични напон, унутрашњу отпорност извора струје и електричну отпорност проводника и зна величине  од којих зависи отпорност проводника. Разликује отпорности у колу једносмерне и наизменичне струје (термогена отпорност, капацитивна и индуктивна отпорност).  **2.ФИ.1.3.5.** Уме да објасни појаву електромагнетне индукције и зна Фарадејев закон.  **2.ФИ.1.3.6.** Наводи примере практичне примене знања из физике о електричним и магнетним појавама и решава једноставне проблеме и задатке користећи Кулонов, Омов и Џул–Ленцов закон и примењује их у пракси.  **2.ФИ.1.4.1.** Разуме природу светлости и њена основна својства (електромагнетна природа, видљиви део спектра, таласна дужина, фреквенција и брзина); уме да наброји и опише физичке појаве везане за таласну природу светлости. | * користи научни језик физике за описивање физичких појава; * користи одговарајуће појмове, величине и законе за објашњавање карактеристика магнетног поља сталних магнета и електричне струје; * анализира кретање наелектрисаних честица у електричном и магнетном пољу и објашњава примену; * опише и наведе примере деловања магнетног поља на струјни проводник; * разликује материјале према магнетним својствима; * повеже индуковану електромоторну силу са променом магнетног флукса и наводи њену примену (трансформатори, магнетне кочнице); * тумачи физичке величине код наизменичне електричне струје; * анализира појмове активне и реактивне отпорности и снаге код наизменичне струје; * тумачи начин преношења електричне енергије на даљину (од генератора наизменичне струје до потрошача, степен корисног дејства); * анализира енергијске трансформације код хармонијских, пригушених и принудних осцилација; * објасни и анализира процесе у електричном осцилаторном колу; * разуме појам механичке резонанције, услове њеног настајања и примену; * опише и објасни различите врсте механичких таласа и њихове карактеристичне параметре; * примени законе одбијања и преламања таласа; * разликује карактеристике звука (висина, јачина, боја), познаје штетан утицај буке и мере заштите; * објасни примену ултразвука и инфразвука; * анализира Доплеров ефекат у различитим ситуацијама; * објасни спектар електромагнетних таласа и наведе примере примене електромагнетног зрачења (пренос сигнала на даљину: мобилна телефонија, интернет, форензика...); * наведе и објасни примере оптичких појава у природи (дуга, фатаморгана, боје предмета..); * примењује законе геометријске оптике; * опише физику људског ока и примену оптичких инструмената; | **МАГНЕТНО ПОЉЕ**  Магнетно поље струјног  проводника. Амперова теорема и примене. Магнетна индукција и јачина  магнетног поља. Линије поља и магнетни флукс.  Лоренцова сила. Кретање наелектрисаних честица  у магнетном и електричном  пољу. Одређивање специфичног наелектрисања честица, циклотрон, Холов ефекат. Магнетна интеракција наелектрисања  у кретању.  Амперова сила. Узајамно Деловање два паралелна праволинијска струјна проводника. Деловање магнетног поља на проводни  рам (принцип рада електричних инструмената). Магнетници. Магнетни момент атома, Дијамагентици 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. * Магнетна заштита.   *Лабораторијске вежбе*   * Рад са осцилоскопом (магнетни хистерезис). * Одређивање хоризонталне компоненте Земљиног магнетног поља. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2.ФИ.1.4.2.** Описује и објашњава спектар електромагнетних таласа у видљивом делу и боје предмета.  **2.ФИ.1.4.3.** Познаје основне законе геометријске оптике: праволинијско простирање светлости, закон одбијања и преламања светлости и индекс преламања; тотална рефлексија и привидна дебљина и дубина; веза између оптичке „густине” и индекса преламања.  **2.ФИ.1.4.4.** Познаје основна својства огледала и сочива и објашњава формирање лика; разуме принцип рада лупе, зна шта је увећање, оптичка јачина оптичког елемента. Зна шта су главна оптичка оса и  карактеристичне тачке сферних огледала и сочива и уме да нацрта лик предмета.  **2.ФИ.2.1.1.** Описује и објашњава физичке појаве: равномерно кружно кретање, равномерно променљиво кружно кретање, хоризонталан хитац, сударе тела, протицање идеалне течности, појам средње брзине, законе одржања, хармонијске пригушене осцилације. **2.ФИ.2.1.4.** Познаје основне величине којима се описују механички таласи; користи везе између ових величина за објашњење појава код таласа; објашњава својства звука.  **2.ФИ.2.1.5.** Користи уређаје и мерне инструменте за мерење физичких величина, на пример, густине,  средње брзине, убрзања, коефицијента трења клизања, константе еластичности опруге, брзине звука у ваздуху...; уме да представи резултате мерења таблично и графички и на основу тога дође до емпиријске зависности, на пример, силе трења од силе нормалног притиска, периода осциловања математичког клатна од његове дужине, периода осциловања тега на опрузи од масе тега.  **2.ФИ.2.3.1.** Објашњава физичке појаве: електрично пражњење у гасовима, појаву индуковане ЕМС у различитим случајевима, самоиндукцију и међусобну индукцију, настајање, основне карактеристике и спектар електромагнетних таласа, својства магнетног поља Земље.  **2.ФИ.2.3.3.** Користи оба Кирхофова правила при решавању проблема и задатака разгранатих струјних кола и уме да израчуна еквивалентну отпорност у колу једносмерне струје са серијском, паралелном или мешовитом везом.  **2.ФИ.2.3.4.** Зна отпорности у колу наизменичне струје и разлику између њих; примењује Омов закон за серијско РЛЦ коло и уме да изрази активну снагу преко ефективних вредности наизменичне струје и напона. **2.ФИ.2.3.5.** Решава проблеме и задатке примењујући законе електростатике, електродинамике и магнетизма; користи уређаје и мерне инструменте и на основу анализе добијених резултата долази до емпиријске зависности између физичких величина.  **2.ФИ.2.4.2.** Зна Снелијус-Декартов закон као и апсолутни и релативни индекс преламања.  **2.ФИ.2.4.3.** Користи једначине сочива и огледала за објашњење и примену оптичких система (лупа, микроскоп, телескоп, спектроскоп).  **2.ФИ.2.4.4.** Уме да објасни недостатке (аберације) сочива и разуме основни начин исправљања далековидости и кратковидости људског ока.  **2.ФИ.2.4.5.** Разликује реалне од имагинарних ликова; уме да објасни преламање светлости кроз планпаралелну плочу и призму.  **2.ФИ.3.1.3.** Објашњава појаве везане за принудне осцилације; пригушене осцилације, Доплеров ефекат и слагање таласа; зна да решава сложене задатке о осцилацијама и таласима.  **2.ФИ.3.1.4.** Описује и објашњава физичке појаве: котрљање, равномерно променљиво кружно кретање, пренос механичких таласа кроз течности и гасове, динамичка равнотежа тела, механичка осциловања  и таласи; користи уређаје и мерне инструменте за одређивање физичких величина, на пример, коефицијент површинског напона, модул еластичности, фреквенција осциловања звучне виљушке, момент инерције, убрзање куглице која се котрља низ коси жлеб. | * познаје штетне утицаје електромагнетног зрачења (сунце, соларијум, заваривање, далековод, трафо- станице, мобилни телефони…) и начине заштите; * реализује експеримент, прикупи податке мерењем, обради их на одговарајући начин (табеларно, графички) одреди тражену величину са грешком мерења; * објасни резултате експеримента и процени њихову сагласност са предвиђањима; * објасни значај и улогу експеримента и теорије у описивању физичких процеса и појава, самостално и тимски припреми пројекат и изведе истраживање; * користи апликације за мерење физичких величина и анализира их; * употребљава рачунарске симулације и програме за обраду података; * реши квалитативне и квантитативне проблеме, јасно и прецизно изрази идеју, објасни поступак решaвања и анализира добијени резултат; * анализира примере из свакодневног живота који потврђују значај физике за разумевање природних појава и развој природних наука и технологије. | **ЕЛЕКТРОМАГНЕТНА ИНДУКЦИЈА**  Појава електромагнетне индукције.  Електромагнетна индукција и Лоренцова сила.  Индуковање ЕМС у непокретном проводнику.  Фарадејев закон и Ленцово правило. Електромагнетна индукција и закон одржања енергије. Узајамна индукција и самоиндукција. Енергија магнетног поља у соленоиду. Запреминска густина енергије магнетног поља.  Демонстрациони огледи:   * Појава електромагнетне индукције (помоћу магнета, калема и галванометра). * Ленцово правило. * Фукоове вртложне струје. Предлог пројекта: * Извор струје (магнет који осцилује кроз навојак). |
| **ХАРМОНИЈСКЕ ОСЦИЛАЦИЈЕ**  Механички хармонијски осцилатор и величине којима се описује његово кретање. Енергија хармонијског осцилатора.  Мале осцилације. Математичко и физичко клатно.  Слагање осцилација. Разлагање кретања на хармонике, спектар.  Пригушене осцилације. Принудне осцилације, резонанција.  Демонстрациони огледи:   * Осциловање тега на опрузи. * Математичко клатно. * Сложено клатно. * Хармонијске осцилације (методом сенке). * Пригушене осцилације. * Појава резонанције.   *Лабораторијске вежбе:*   * Математичко, торзионо и физичко клатно. * Одређивање момента инерције. |
| **НАИЗМЕНИЧНА СТРУЈА**  Генератор наизменичне  струје. Синусоидални напон и струја.  Отпорности у колу наизменичне струје и Омов закон за RLC коло.  Снага наизменичне струје. Ефективне вредности напона и струје. Одређивање  карактеристичних величина у колима наизменичне струје помоћу комплексних бројева  Трансформатор. Пренос електричне енергије на даљину.  Појам о трофазној струји.  Електрично осцилаторно коло. Демонстрациони огледи:   * Својства активне и реактивне отпорности. * Демонстрациони трансформатор. * Зависност јачине струје од времена.   *Лабораторијске вежбе:*   * Омов закон за RLC-коло. * Активна и реактивна снага Предлог пројекта:   –Примена високофреквентних Теслиних струја у медицини. |
| **МЕХАНИЧКИ ТАЛАСИ**  Таласно кретање и појмови  који га дефинишу. Врсте таласа. Једначина таласа.  Енергија и интензитет таласа. Одбијање и преламање таласа. Принцип суперпозиције.  Прогресивни и стојећи таласи. Интерфернција и дифракција таласа.  Извори и карактеристике звука.  Музичке скале. Пријемници звука, ухо. Инфразвук и ултразвук и њихове примене.  Доплеров ефекат. Ударни талас. Демонстрациони огледи:  – Врсте таласа. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2.ФИ.3.1.5.** Представља резултате мерења таблично и графички и на основу тога долази до емпиријске зависности: убрзања куглице од нагибног угла жлеба, силе трења од степена углачаности подлоге, периода осциловања физичког клатна од његове редуковане  дужине, амплитуде амортизованог осциловања тега на опрузи од времена.  **2.ФИ.3.3.1.** Објашњава физичке појаве: деловање спољашњег електричног поља на дипол, различито понашање дијамагнетика, парамагнетика и феромагнетика у спољашњем магнетном пољу и, на основу тога, наводи примере практичне примене феромагнетика, магнетни хистерезис, принцип рада  генератора наизменичне струје заснован на Фарадејевом закону електромагнетне индукције, принцип рада Теслиног трансформатора, притисак електромагнетних таласа.  **2.ФИ.3.3.**3. Разуме појам енергије електричног и магнетног поља и израчунава, на основу познатих релација, енергију електричног поља у плочастом кондензатору и магнетну енергију у соленоиду.  **2.ФИ.3.3.4.** Повезујући знања о макропојавама у области магнетизма са честичном структуром, односно атомом, разуме микропојаве, на пример, на основу познавања магнетног момента струјне контуре, разуме магнетни момент атома и његову везу са орбиталним моментом.  **2.ФИ.3.3.5**. Решава сложеније проблеме, рачунске и експерименталне задатке, и формулише научна  објашњења појава примењујући законе електростатике, електродинамике и магнетизма и истраживачки приступ, не само у оквиру наставног предмета, већ их препознаје и решава и у пракси и свакодневном животу. На пример, осмишљава начин решавања проблема у струјним колима са R, L, C елементима, експериментално их одређује и тумачи добијене резултате; разуме физичке процесе и релације у вези са осцилаторним LC колом.  **2.ФИ.3.4.1.** Уме да одреди зависност увећања сферних сочива и огледала од положаја предмета и користи оптичарску једначину за израчунавање параметара оптичких сочива.  **2.ФИ.3.4.2.** Зна да објасни конструктивну и деструктивну интерференцију. |  | * Својства звучних извора (монокорд, звучне виљушке, музички инструменти и сл.). * Звучна резонанција. * Доплеров ефекат у акустици;   *Лабораторијске вежбе:*   * Мерење брзине звука у ваздуху. * Резонанција ваздушног   стуба у цеви (одређивање фреквенције). Предлог пројекта:  –Примена ултразвука у медицини.  –Заштита од буке. |
| **ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИ ТАЛАСИ**  Настајање и својства електромагнетних таласа.  Енергија, интензитет и притисак  електромагнетних таласа. Спектар електромагнетних таласа.  Демонстрациони огледи:   * Херцови огледи. * Рад појачавача звука. Предлог пројекта: * Ефекат стаклене баште, озонске рупе * Примена ЕМ таласа у телекомуникацијама, медицини. |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Полазна опредељења при дефинисању исхода и конципирању програма Физике били су усвојени стандарди постигнућа учени- ка у општем средњем образовању, међупредметне компетенције и циљ учења Физике.

Програм наставе и учења у одељењима за ученике са попсеб- ним способностима за математику надовезује се структурно и са- држајно на програм Физике у основној школи и даје добру основу за праћење програма Физике у даљем школовању, првенствено на природно-научним и техничким факултетима, али и на свим оста- лим на којима физика као фундаментална наука има примену у струци (медицина, стоматологија, фармација).

Ученици у одељењима за ученике са попсебним способно- стима за математику треба да усвоје појмове и законе физике на основу којих ће разумети појаве у природи и имати целовиту сли- ку о значају и месту физике у образовању и животу уопште. Сти- цањем знања и вештина ученици се оспособљавају за решавање практичних и теоријских проблема, развој критичког мишљења и логичког закључивања. Полазна опредељења утицала су на избор програмских садржаја и метода логичког закључивања, демон- страционих огледа и лабораторијских вежби.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

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

Улога наставника је да при планирању наставе води рачуна о саставу одељења и резултатима иницијалног теста, степену опре-

мљености кабинета за Физику, степену опремљености школе (ИТ опрема, библиотека...), уџбенику и другим наставним материјали- ма које ће користити.

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

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Садржаји програма Физике за трећи разред у одељењима за ученике са попсебним способностима за математику су подељени на седам тематских целина. Свака од тематских целина садржи одређени број наставних јединица. Предвиђена су 2 двочасовна писмена задатка са исправкама, у сваком полугодишту по један.

Оријентациони број часова по темама и број часова предви- ђених за израду лабораторијских вежби дат је у табели:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Редни број наставне теме | Наставне теме | Број часова по темама |
| 1. | Магнетно поље | 21 |
| 2. | Електромагнетна индукција | 22 |
| 3. | Хармонијске осцилације | 25 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 4. | Наизменична струја | 21 |
| 5. | Механички таласи | 24 |
| 6. | ЕМ таласи | 12 |
| 7. | Геометријска опитка | 23 |
|  |  |  |
|  | Укупно | 148 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лабораторијске вежбе | | Број вежби | Број часова | |
| 7 | 14 | |
| Редни број вежбе | Назив лабораторијске вежбе | | | Број часова по вежби |
| 1 | Одређивање хоризонталне компоненте магнетног поља | | | 2 |
| 2 | Одређивање момента инерције | | | 2 |
| 3 | Омов закон за RLC коло | | | 2 |
| 4 | Активна и реактивна снага | | | 2 |
| 5 | Резонанција ваздушног стуба у цеви | | | 2 |
| 6 | Одређивање индекса преламања планпаралелне плоче | | | 2 |
| 7 | Oдређивање жижне даљине сочива | | | 2 |

# Смернице за реализацију наставних тема

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

# Магнетно поље

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхо- да за ову наставну тему су: Магнетно поље струјног проводника. Амперова теорема и примене. Магнетна индукција и јачина маг- нетног поља. Линије поља и магнетни флукс. Лоренцова сила. Кретање наелектрисаних честица у магнетном и електричном пољу. Одређивање специфичног наелектрисања честица, цикло- трон, Холов ефекат. Магнетна интеракција наелектрисања у крета- њу. Амперова сила. Узајамно Деловање два паралелна праволиниј- ска струјна проводника. Деловање магнетног поља на проводни рам (принцип рада електричних инструмената). Магнетници. Маг- нетни момент атома. Дијамагентици и парамагнетици.

Феромагнетици.

# Електромагнетна индукција

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених ис- хода за ову наставну тему су: Појава електромагнетне индукције. Електромагнетна индукција и Лоренцова сила. Индуковање ЕМС у непокретном проводнику. Фарадејев закон и Ленцово правило. Електромагнетна индукција и закон одржања енергије. Узајамна индукција и самоиндукција. Енергија магнетног поља у соленои- ду. Запреминска густина енергије магнетног поља.

У оквиру наставних тема Магнетно поље и Електромагнет- на индукција на крају трећег разреда од сваког ученика очекује се продубљено и проширено знање у односу на основношколски ниво. Већ познате појмове треба даље развијати и повезивати их са новим појмовима, физичким величинама и законитостима који се користе за објашњење и разумевање електромагнетних појава.

Требало би имати у виду да повезивање основних појмова из области електростатике са магнетним пољем и својствима наелек- трисања у кретању омогућава разумевање појмова, физичких ве- личина и физичких закона у области електромагнетизма, а касније и многих апстрактних појмова у области савремене физике.

Познавање магнетних својстава материјала омогућава сваком ученику боље разумевање њиховог значаја за развој нових техно- логија.

У наставном процесу потребно је омогућити сваком учени- ку да теоријске садржаје из ових области, кад год је то могуће, учи кроз експериментални рад. Електромагнетизам у том погледу

пружа велике могућности. Многе електромагнетне појаве могу се демонстрирати, а лабораторијске вежбе омогућавају једноставна мерења и прорачуне.

Наставу треба планирати да буде ефикасан и рационалан про- цес у коме су заступљене различите методе и облици рада, што до- приноси да ученици буду активни учесници образовног процеса.

*Осмислити пројекат из области*

– Прављење струјног извора помоћу магнета који осцилује кроз навојак

*Демонстрациони огледи* који се могу извести у оквиру тема магнетно поље и електромагнетна индукција су:

* + 1. Ерстедов оглед;
    2. Уређај за демонстрирање линија сила магнетног поља (може се демонстрирати мaгнетног поља магнета и шипкастог и потковичастог или праволинијског проводника са струјом;
    3. Интеракција два паралелна струјна проводника;
    4. Мерење хоризонталне компоненте вектора индукције Зе- мљиног магнетног поља помоћу бусоле;
    5. Демонстрирање Амперове силе, деловање магнетног поља на рам са струјом;
    6. Деловање магнетног поља на електронски сноп;
    7. Магнетно поље сталног магнета – једнакост магнетних по- лова – да магнетни пол није на крају магнета – шипкасти магнет и металне куглице;
    8. Намагнетисавање и размагнетисавање феромагнетних тела
* епрувета са опиљцима, шипкасти магнет и магнетна игла, Маг- нети при загревању губе магнетна својства;
  + 1. Понашање дијамагнетика, парамагнетика и феромагнетика у магнетном пољу;
    2. Лоренцова сила уз помоћ катодног осцилоскопа и шипка- стог магнета;
    3. Појава електромагнетне индукције, Фарадејев закон (по- моћу магнета, калема и галванометра);
    4. Ленцово правило;
    5. Електромагнетна индукција при кретању проводника у магнетном пољу – калем, језгро, купасти полни наставак, алуми- нијумске шипчице, галванометар;
    6. Међусобна индукција; 15.Самоиндукција;

16. Фукоове вртложне струје.

Избор задатака, како рачунских, тако и квалитативних је велики и могу да буду илустрација практичне примене. Електро- магнетна индукција има примену у електротехници (генератор на- изменичне струје ради на принципу електромагнетне индукције).

На средњем и напредном нивоу ученици би требало да схвате три основне идеје кроз које се остварују садржаји електромагне- тизма и физике уопште. То су структура супстанције (на молекул- ском, атомском и субатомском нивоу), закони одржања и физичка поља као носиоци узајамног деловања физичких тела и честица. Препоручени укупни број часова за обраду ове две теме у Мате- матичкој гимназији је 43. За реализацију овог броја часова потреб- но једанаест седмица. У току ових часова потребно је реализовати две лабораторијске вежбе извести демонстрационе огледе и прика- зати симулације и образовне филмове.

У садржају је предложен већи број лабораторијских вежби, а наставници ће их реализовати у складу са расположивом опремом и специфичним интересовањима и могућностима ученика.

# Хармонијске осцилације

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхо- да за ову наставну тему су: Механички хармонијски осцилатор и величине којима се описује његово кретање. Енергија хармониј- ског осцилатора. Мале осцилације. Математичко и физичко клат- но. Слагање осцилација. Разлагање кретања на хармонике, спек- тар. Пригушене осцилације. Принудне осцилације, резонанција.

Наведени садржаји имају за циљ да се ученици упознају са основним појмовима и величинама којима се описује хармонијско осциловање, са посебним нагласком на то да је усвојеност ових са- држаја код ученика, услов за описивање, разумевање и анализу појава из области наизменична струја, механички и електромагнетни таласи.

*Демонстрациони огледи* који се могу извести у оквиру ове теме су:

* + 1. Осциловање тега на опрузи:
    2. Хармонијске осцилације (методом сенке);
    3. Математичко клатно;
    4. Сложено клатно;
    5. Пригушене осцилације;
    6. Појава резонанције (клатна различитих дужина, звучна ре- зонанција – звучне виљушке).

У оквиру ове теме предвиђене су и једна лабораторијска ве- жба, али је прикладно користити и компјутерске симулације као допуну. Препоручени број часова за обраду ове теме је 25.

# Наизменична струја

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхо- да за ову наставну тему су: Генератор наизменичне струје. Сину- соидални напон и струја. Отпорности у колу наизменичне струје и Омов закон за RLC коло. Снага наизменичне струје. Ефективне вредности напона и струје. Одређивање карактеристичних вели- чина у колима наизменичне струје помоћу комплексних бројева. Трансформатор. Пренос електричне енергије на даљину. Појам о трофазној струји. Електрично осцилаторно коло.

Полазећи од раније стечених знања о једносмерној стру- ји, навести разлике и представити карактеристике наизменичне струје уз коришћење одговарајућих демонстрационих огледа. На- гласити разлику између тренутне и ефективне вредности напона и јачине наизменичне електричне струје. Користећи векторско представљање напона и јачине струје у колу наизменичне струје извести формулу за импедансу. Применити комплексне бројеве за одређивање имедансе и фазне разлике у колима са наизменичном струјом. Посебно дискутовати појам снаге код наизменичне стру- је и преноса електричне енергије на даљину истичући предности употребе наизменичне у односу на једносмерну струју.

Кроз демонстрационе огледе представити напон и јачину струје као функције времена, зависност импедансе сложеног кола наизменичне струје од величине фазног помераја, принцип рада трансформатора и генератора.

*Осмислити пројекат* из

– Примене Теслиних високофреквентних струја у медицини.

*Демонстрациони огледи* који се могу извести у оквиру ове теме су:

* + 1. Својства активне и реактивне отпорности;
    2. Зависност јачине струје од времена – осцилоскоп;
    3. Ефективне вредности струје и напона.

Препоручени број часова за обраду ове теме је 21. У току ових часова се могу реализовати лабораторијска вежба, демон- страциони огледи приказати симулације, образовни филмови у за- висности од тога шта је на располагању наставницима у школама.

# Механички таласи

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених ис- хода за ову наставну тему су: Таласно кретање и појмови који га дефинишу. Врсте таласа. Једначина таласа. Енергија и интензитет таласа. Одбијање и преламање таласа. Принцип суперпозиције. Прогресивни и стојећи таласи. Интерфернција и дифракција та- ласа. Извори и карактеристике звука. Музичке скале. Пријемници звука, ухо. Инфразвук и ултразвук и њихове примене. Доплеров ефекат. Ударни талас.

Таласно кретање као сложенији облик кретања од осцила- торног захтева посебну пажњу при усвајању ових садржаја. Поред демонстрационих огледа, када има услова за њихову реализацију, погодно је користити и филмове и анимације, а све у циљу правил- ног разумевања овог феномена.

Величине којима се описују механички таласи, али и везе између ових величина могу се користити за објашњење појава у акустици. Тиме се на очигледан начин демонстрира применљивост стеченог знања.

Кроз обраду ове теме, отвара се низ могућих корелација са другим предметима, што може помоћи ученицима да разумеју зна- чај знања стечених у оквиру физике. Области са којима се може повезати ова тема су: фонетика, биологија, музика итд.

*Осмислити пројекат* из области:

– Примена ултразвука у медицини. Заштита од буке.

*Демонстрациони огледи* који се могу извести у оквиру ове теме су:

* + 1. Врсте таласа (помоћу таласне машине или водене каде или приручних средстава – канап и ластиш);
    2. Одбијање и преламање таласа;
    3. Стојећи таласи;
    4. Звучни извори (монокорд, звучне виљушке, музички ин- струменти,...);
    5. Звучна резонанција (две звучне виљушке, звучне виљушке и математичког клатна или математичких клатана);
    6. Доплеров ефекат у акустици; Разлагање сложеног тона на просте тонове – хармонике.

Препоручени број часова за обраду ове теме 24. У току ових часова се може реализовати лабораторијска вежба, демонстрацио- ни огледи, приказати симулације, образовни филмови у зависно- сти од тога шта је на располагању наставницима у школама.

# Електромагнетни таласи

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхо- да за ову наставну тему су: Настајање и својства електромагнет- них таласа. Енергија, интензитет и притисак електро-магнетних таласа. Спектар електромагнетних таласа.

Повезујући стечена знања о електричном и магнетном пољу са осцилацијама у LC колу објаснити услове настанка и прости- рања електромагнетних таласа. Карактеристике електромагнетних таласа обрадити кроз поређење електромагнетног и механичког таласа. У оквиру дискусије о спектру истаћи својства појединих врста електромагнетних таласа и нагласити њихову улогу у сва- кодневном животу човека.

*Осмислити пројекат* из области

– Ефекат стаклене баште, озонске рупе.

*Демонстрациони огледи* који се могу извести у оквиру ове теме су:

* + 1. Дегетекција електромагнетних таласа;
    2. Одбијање електромагнетних таласа;
    3. Преламање електромагнетних таласа кроз призму и план- паралелну плочу;
    4. Поларизација електромагнетних таласа;
    5. Настајање стојећих електромагнетних таласа.

Препоручени број часова за обраду ове теме је 12. У току ових часова се могу реализовати лабораторијска вежба, извести демонстрациони огледи, приказати симулације, образовни фил- мови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама.

# Геометријска оптика

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхо- да за ову наставну тему су: Брзина светлости. Закони одбијања и преламања светлости. Тотална рефлексија. Преламање светлости кроз призму и планпаралелну плочу. Равна и сферна огледала. Једначина огледала. Сочива. Једначинe сочива. Недостаци сочива. Оптички инструменти − основни појмови.

Око. Лупа. Микроскоп. Телескоп.

У оквиру наставне теме Геометријска оптика на крају тре- ћег разреда од сваког ученика очекује се продубљено и прошире- но знање у односу на основношколски ниво. Већ познате појмове треба даље развијати и повезивати их са новим појмовима, физич- ким величинама и законитостима који се користе за објашњење и разумевање светлосних појава.

Познавање оптичких својстава материјала омогућава сваком ученику боље разумевање њиховог значаја за развој нових техно- логија.

У наставном процесу потребно је омогућити сваком ученику да теоријске садржаје из ових области, кад год је то могуће, учи кроз експериментални рад. Наставни процес треба тако планира- ти да буде ефикасан и рационалан у коме би требало да буду за- ступљене различите методе и облици рада, што би допринело да ученици буду активни учесници образовног процеса. Геометријска оптика у том погледу пружа велике могућности. Многе светлосне појаве могу се демонстрирати а лабораторијске вежбе омогућавају једноставна мерења и прорачуне.

Избор задатака, како рачунских, тако и квалитативних је ве- лики и могу да буду илустрација практичне примене. Тотална ре- флексија има примену у технологији преноса сигнала.

На средњем и напредном нивоу ученици би требало да схвате основне идеје кроз које се остварују садржаји геометријске оптике.

*Осмислити пројекте* из области:

* Оптички каблови;
* Дуга;
* Спектрални апарати;
* Превенција светлосног загађења.

*Демонстрациони огледи* који се могу извести у оквиру ове теме су:

* + 1. Закони геометријске оптике – одбијање (равно огледало, два равна огледала, конкавно сферно огледало, конвексно сферно огледало, призма), преламање (кроз план паралелну плочу, кроз стаклену и ваздушну призму, кроз сочива), тотална рефлексија (оптика на магнетној табли);
    2. Формирање ликова и одређивање жижне даљине огледала и сочива (магнетна табла и оптичка клупа);
    3. Привидна дубина објекта;
    4. Око и корекције кратковидости и далековидости ока (опти- ка на магнетној табли);
    5. Принцип рада оптичких инструмената.

Препоручени број часова за обраду ове теме је 23. У току ових часова се могу реализовати лабораторијска вежба, демон- страциони огледи, приказати симулације, образовни филмови у за- висности од тога шта је на располагању наставницима у школама.

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, а треба користити и симулације).
* *Повезаност наставних садржаја* (хоризонтална и верти- кална).

Програм предвиђа да се унутар сваке веће тематске целине, после поступног и аналитичног излагања појединачних програм- ских садржаја, кроз систематизацију и обнављање изложеног гра- дива, 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 за- почети обнављањем одговарајућег дела градива из основне школе или претходног разреда*.* Тиме се постиже и вертикално повезива- ње програмских садржаја. Веома је важно да се кроз рад води ра- чуна о овом захтеву Програма, јер се тиме наглашава чињеница да су у физици све области међусобно повезане и омогућује се да ученик сагледа физику као кохерентну научну дисциплину у којој се почетак проучавања нове појаве наслања на резултате проучава- ња неких претходних.

Редослед проучавања појединих тема није потпуно обавезу-

јући. Наставник може распоредити садржаје према својој процени.

***Методичко остваривање садржаја програма*** у настави Фи- зике захтева да целокупни наставни процес буде прожет трима основним физичким идејама: структуром супстанције (на моле- кулском, атомском и субатомском нивоу), законима одржања и фи- зичким пољима као преносиоцима узајамног деловања физичких објеката. Даљи захтев је да се физичке појаве и процеси тумаче у настави паралелним спровођењем, где год је то могуће, макропри- лаза и микроприлаза у обради садржаја.

Физику је нужно представити ученицима као живу, недовр- шену 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 са- дашњем времену.

Данас је физика експликативна, теоријска и фундаментална наука и њеним изучавањем, заједно са осталим природним наука- ма, стичу се основе научног погледа на свет. Идеја фундаментал- ности 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 са осталим наукама, са при- мењеним наукама и са техником. Стицање техничке културе кроз наставу Физике састоји се у примени знања при решавању технич- ких задатака и коришћењу техничких уређаја. Значајно је указати на везу физике и филозофије. Потребно је навести и етичке про- блеме који се јављају као последица развијања науке и технике. После изучавања одговарајућих тематских целина, нужно је ука- зати на потребу заштите животне средине и на тај начин развијати еколошке компетенције и свест ученика.

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

Савремена настава Физике подразумева примену различи- тих метода и облика рада, разноврсних дидактичких поступака у наставном процесу (пројектна, проблемска, активна настава и ко- оперативно учење) који омогућавају остваривање циља и исхода наставе Физике.

Основне методе рада са ученицима у настави Физике су:

1. излагање садржаја теме уз одговарајуће демонстрационе огледе;
2. методе логичког закључивања ученика;
3. решавање проблема (квалитативни и квантитативни);
4. лабораторијске вежбе;
5. коришћење и других начина рада који доприносе бољем разумевању садржајa теме (домаћи задаци, семинарски радови, пројекти, допунска настава, додатна настава...).

***Демонстрациони огледи*** чине саставни део редовне наста- ве Физике. Они омогућавају развијање радозналости и интереса за физику и истраживачки приступ природним наукама. Како су уз сваку тематску целину планирани демонстрациони огледи, учени- ци ће непосредно учествовати у реализацији огледа, а на настав- нику је да наведе ученика да својим речима, на основу сопственог расуђивања, опише појаву коју демонстрира. Потом наставник, користећи прецизни језик физике, дефинише нове појмове (вели- чине) 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 пре- зентовање закона у математичкој форми. Оваква активна позици- ја ученика у процесу конструкције знања доприноси трајнијим и квалитетнијим постигнућима.

Пожељно је да једноставне експерименте изводе ученици (са-

мостално или по групама) на часу или да их осмисле, ураде, ана- лизирају и обраде код куће, користећи предмете и материјале из свакодневног живота. Наравно, наставници који имају могућности треба да у настави користе и сложеније експерименте. У настави свакако треба користити и рачунаре (симулације експеримената и појава, лабораторијске вежбе и обрада резултата мерења, модели- рање, самостални пројекти ученика у облику семинарских радова и сл.). Препорука је да се, уколико недостаје одговарајућа опрема у кабинетима, користе постојећи ИКТ алати који симулирају фи- зичке појаве, обрађују и приказују резултате мерења.

Програм предвиђа коришћење разних ***метода логичког за- кључивања*** који су иначе присутни у физици као научној дисци- плини (индуктивни, дедуктивни, закључивање по аналогији итд). Наставник сам треба да одабере најпогоднији приступ у обради сваке конкретне теме у складу са потребама и могућностима уче- ника, 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 својста- ва система на којима се појава одвија, занемаривање мање значај- них својстава и параметара система, мерење у циљу проналажења међузависности одабраних величина, планирање нових експери- мената ради прецизнијег утврђивања тражених односа, формули- сање физичких закона. У неким случајевима методички је целис- ходно увођење дедуктивне методе у наставу (нпр. показати како из закона одржања следе неки мање општи физички закони и сл.).

***Решавање проблема*** је један од основних начина реализације наставе Физике. Наставник поставља проблем ученицима и пре- пушта 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.

Решавање задатака је важна метода за увежбавање примене знања. Њоме се постиже: конкретизација теоријских знања; обна- вљање, продубљивање и утврђивање знања; кориговање ученич- ких знања и умећа; развијање логичког мишљења; подстицање ученика на иницијативу; стицање самопоуздања и самосталности у раду...

Оптимални ефекти решавања задатака у процесу учења фи- зике остварују се добро осмишљеним комбиновањем квалитатив- них (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 је обавезан да им да од- говарајуће 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, различите приступе решавању...

При решавању квантитативних задатака у задатку прво треба на прави начин сагледати физичке садржаје, па тек после тога пре- ћи на математичко формулисање и израчунавање. Наиме, реша- вање 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, израчуна- ва вредност тражене величине. У трећој етапи тражи се физичко тумачење добијеног резултата. Ова дискусија на крају омогућава наставнику да код ученика развија критичко мишљење.

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 пра- вилан запис. Посебно треба обратити пажњу на поступност при избору задатака, од најједноставнијих ка онима који захтевају ана- лизу и синтезу стечених знања.

***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 групама, 2–3 ученика.

За сваку вежбу ученици унапред треба да добију одговарају- ћа упутства.

Час експерименталних вежби састоји се из уводног дела, ме- рења 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 ко- јих се морају придржавати ради сопствене сигурности, при рукова-

њу 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 заокру- гљених вредности и грешке мерења (са тим правилима наставник треба да их упозна унапред или да она буду део писаних упутстава за вежбе).

Слободне активности ученика, који су посебно заинтересо- вани за физику, могу се организовати кроз разне секције младих физичара као и у сарадњи са центрима за таленте и промоцију и популаризацију науке.

Програм Физике омогућава примену различитих облика рада од фронталног, рада у тиму, индивидуалног рада, рада у пару или групи. Самостални рад ученика треба посебно неговати. Овај облик 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 при- прему наставника: одабрати тему, припремити одговарајућа на- ставна средства и опрему, поделити ученике у групе тако да сваки појединац у групи може дати одговарајући допринос, дати неоп- ходна минимална упутства...

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

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

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

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

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

# ХЕМИЈА

Циљ учења Хемије је да ученик развије хемијска и технич- ко-технолошка знања, способности апстрактног и критичког ми- шљења, способности за сарадњу и тимски рад, као припрему за даље универзитетско образовање и оспособљавање за примену хемијских знања у свакодневном животу, одговоран однос према себи, другима и животној средини и став о неопходности целожи- вотног образовања.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем хемије ученик развија разумевање o повезаности структуре, својстава и практичне примене супстанци. Тиме развија научну писменост као основу за: (а) праћење информација о допри- носу хемије технолошким променама које се уграђују у индустри- ју, пољопривреду, медицину, фармацију и побољшавају квалитет свакодневног живота; (б) дискусију о питањима/темама у вези са заштитом животне средине, иницијативу и предузимљивост у за- штити животне средине; (в) критичко преиспитивање информација у вези с различитим производима индустрије (материјалима, пре- храмбеним производима, средствима за хигијену, лековима, гори- вом, ђубривима), њиховим утицајем на здравље и животну среди- ну; (г) доношење одлука при избору и примени производа. На крају средњег образовања сваки ученик безбедно рукује супстанцама и комерцијалним производима на основу познавања својстава и про- мена супстанци које улазе у састав производа.

Кроз наставу и учење хемије ученик упознаје научни метод

којим се у хемији долази до података, на основу којих се форму-

лишу теоријска објашњења и модели, и оспособљен је да кроз ек- спериментални рад сазнаје о својствима и променама супстанци. Унапређена је способност сваког ученика да користи информаци- је исказане хемијским језиком: хемијским терминима, хемијским симболима, формулама и хемијским једначинама.

Основни ниво

На крају средњег образовања ученик разуме шта је предмет истраживања хемије као науке, како се у хемији долази до сазнања, као и улогу и допринос хемије у различитим областима људске де- латности и у укупном развоју друштва. Ученик рукује производи- ма/супстанцама (неорганским и органским једињењима) у складу с ознакама опасности, упозорења и обавештења на амбалажи, придр- жава се правила о начину чувања супстанци (производа) и о одлага- њу отпада и предузима активности које доприносе заштити живот- не средине. Избор и примену производа (материјала, прехрамбених производа, средстава за хигијену и сл.) базира на познавању свој- става супстанци. Припрема раствор одређеног масеног процентног састава према потребама у свакодневном животу и/или професио- налној делатности за коју се образује. Правилну исхрану и остале активности у вези са очувањем здравља заснива на познавању свој- става и извора биолошки важних једињења и њихове улоге у живим системима. Ученик уме да правилно и безбедно изведе једноставне огледе и објасни добијене резултате или пронађе објашњење у ра- зличитим изворима, користећи се хемијским језиком (терминима, хемијским симболима, формулама и хемијским једначинама).

Средњи ниво

На крају средњег образовања ученик повезује примену суп- станци у свакодневном животу, струци и индустријској производ- њи с физичким и хемијским својствима супстанци, а својства суп- станци са структуром и интеракцијама између честица. Повезује узроке хемијских реакција, топлотне ефекте који прате хемијске реакције, факторе који утичу на брзину хемијске реакције и хемиј- ску равнотежу са примерима хемијских реакција у свакодневном животу, струци и индустријској производњи. Ученик разуме уло- гу експерименталног рада у хемији у формирању и проверавању научног знања, идентификовању и синтези једињења, и уме да у експерименталном раду прикупи квалитативне и квантитативне податке о својствима и променама супстанци. Користи одговарају- ћу хемијску терминологију, хемијске симболе, формуле и хемијске једначине. Прати дискусију и, на основу аргумената, заузима став о улози и примени хемије у свакодневном животу, о ефектима са- времене технологије и технолошких процеса на друштво и живот- ну средину.

Напредни ниво

На крају средњег образовања ученик може да предвиди фи- зичка и хемијска својства супстанци на основу електронске кон- фигурације атома елемената, типа хемијске везе и утицаја међу- молекулских интеракција. Ученик предвиђа својства дисперзног система и примењује различите начине квантитативног изражава- ња састава раствора. Планира, правилно и безбедно изводи хемиј- ске реакције, израчунава масу, количину и број честица супстан- ци које учествују у реакцији, користи изразе за брзину реакције и константу равнотеже. Ученик има развијене вештине за лабора- торијски рад, истраживање својстава и промена супстанци и ре- шавање проблема. У објашњавању својстава и промена супстанци користи одговарајуће хемијске термине, хемијске симболе, форму- ле и хемијске једначине. Дискутује о улози хемије у свакодневном животу, о ефектима савремене технологије и технолошких проце- са на друштво и животну средину. Предлаже активности у циљу очувања животне средине.

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА:

Хемијска писменост

На крају средњег образовања ученик је формирао хемијску писменост као основу за праћење развоја хемије као науке и за

разумевање повезаности хемије, хемијске технологије и развоја друштва. Хемијска писменост помаже доношењу одлука у вези с коришћењем различитих производа у свакодневном животу, као и активном односу према очувању здравља и животне средине.

Основни ниво

Ученик је формирао појмовни оквир као основу за разумева- ње окружења у коме живи, посебно својстава и промена супстанци и комерцијалних производа с којима је у контакту у свакодневном животу и струци. Правилном употребом супстанци брине о очува- њу здравља и животне средине. Има развијене вештине за безбед- но и одговорно руковање супстанцама (производима) и правилно складиштење отпада.

Средњи ниво

Ученик је формирао појмовни оквир за праћење информа- ција у области хемије као науке, о доприносу хемије развоју тех- нологије и друштва. Сагледава квалитативне карактеристике и квантитативне односе у хемијским реакцијама и повезује их са утицајима на животну средину, производњу и развој друштва. Пој- мовни оквир помаже праћењу јавних дискусија у вези с применом одређене технологије и утицају на здравље појединца и животну средину, као и за доношење одлука у вези с избором производа и начином њиховог коришћења.

Напредни ниво

На крају средњег образовања ученик примењује фундамен- талне принципе у вези са структуром, својствима и променама супстанци у осмишљавању стратегије и решавању проблема, по- стављању хипотеза и планирању истраживања за проверу хипоте- за, анализирању и интерпретацији прикупљених података и изво- ђењу закључака на основу података и чињеница. Ученик вреднује поступке и алтернативне приступе решавању проблема, вреднује добијене резултате и доноси одлуке на основу разумевања хемиј- ских појмова.

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА:

Научни метод у хемији и хемијски језик

На крају средњег образовања ученик прикупља податке о својствима и променама супстанци посматрањем и мерењем; пла- нира и описује поступак; правилно и безбедно рукује супстанца- ма, прибором, посуђем и инструментима; представља резултате табеларно и графички; уочава трендове и користи хемијски језик (хемијски термини, хемијски симболи, формуле и хемијске једна- чине) за формулисање објашњења, закључака и генерализација.

Основни ниво

Ученик прати поступак и уме да: испита својства и проме- не супстанци; изведе мерење физичких величина; правилно и бе- збедно рукује супстанцама, прибором, посуђем и инструментима; опише поступак и представи резултате према задатом обрасцу; објасни добијене резултате или пронађе објашњење у различитим изворима, користећи хемијску терминoлoгиjу, хемијске симболе, формуле и хемијске једначине.

Средњи ниво

Ученик уме да: у експерименталном раду прикупи квалита- тивне и квантитативне податке о својствима и променама супстан- ци; користи одговарајућу апаратуру и инструменте; мери, рачуна и користи одговарајуће јединице; формулише објашњења и закључ- ке користећи хемијски језик (термине, хемијске симболе, формуле и хемијске једначине).

Напредни ниво

Ученик планира и изводи експерименте (анализира проблем, претпоставља и дискутује могућа решења/резултате; идентифику-

је променљиве, планира поступке за контролу независних промен- љивих, прикупља податке о зависним променљивим); анализира податке, критички преиспитује поступке и резултате, објашњава уочене правилности и изводи закључке; припрема писани или усмени извештај о експерименталном раду/истраживању; прика-

зује резултате мерења водећи рачуна о тачности инструмента и значајним цифрама. Размењује информације повезане с хемијом на различите начине, усмено, у писаном виду, у виду табеларних и графичких приказа, помоћу хемијских симбола, формула и хемиј- ских једначина.

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **2 часа**

Годишњи фонд часова **64+10 часова**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СТАНДАРДИ** | **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА**  Кључни појмови садржаја програма |
| 2.ХЕ.2.3.1. Пише структурне формуле на основу назива према IUPAC номенклатури и на основу назива пише структурне формуле угљоводоника, алкохола, фенола, алдехида, кетона, карбоксилних киселина, естара, примарних амина; разликује структурне изомере и пише њихове формуле и називе према IUPAC номенклатури. 2.ХЕ.2.3.2. Класификује органска једињења према структури угљоводоничног низа на ациклична и циклична, засићена и незасићена, алифатична и ароматична; класификује алкохоле према атому угљеника за који је везана хидроксилна група на примарне, секундарне и терцијарне; класификује алкохоле и карбоксилне киселине према броју функционалних група.  2.ХЕ.2.3.3. Наводи начине добијања једињења која  имају примену у свакодневном животу и струци (етен, етин, етанол, етанска киселина) и пише одговарајуће једначине хемијских реакција.  2.ХЕ.2.3.4. Пише једначине хемијских реакција представника класе органских једињења чији је назив или структурна формула дата: угљоводоника (супституција и адиција), алкохола (дехидратација,  оксидација до карбонилних једињења и карбоксилних киселина и сагоревање), карбоксилних киселина (неутрализација, естерификација), естара (хидролиза). 2.ХЕ.3.3.1. Пише структурне формуле на основу назива према IUPAC номенклатури и на основу назива пише структурне формуле за халогене деривате угљоводоника, етре, ацил-халогениде, анхидриде киселина, амиде, амине, нитроједињења и органска једињења са сумпором.  2.ХЕ.3.3.2. Класификује амине према броју алкил- група везаних за атом азота на примарне, секундарне и терцијарне.  2.ХЕ.3.3.3. Објашњава облик молекула органских једињења (углове веза) на основу хибридизације атома угљеника у молекулима; илуструје и идентификује врсте изомерије; разликује просторну и конституциону изомерију, као и конформације.  2.ХЕ.3.3.4. Предвиђа, испитује огледима и објашњава физичка својства органских једињења на основу структуре угљоводоничног низа, функционалне групе и међумолекулских интеракција.  2.ХЕ.3.3.5. На основу структуре молекула предвиђа тип хемијске реакције којој једињење подлеже (адиција, супституција, елиминација) и пише одговарајуће једначине хемијских реакција.  2.ХЕ.3.3.6. Испитује огледима и објашњава хемијска својства алкохола, разлику у реактивности примарних, секундарних и терцијарних алкохола, као и разлику између алдехида и кетона на основу реакција оксидације слабим оксидационим средствима.  2.ХЕ.3.3.7. Објашњава утицај структуре и утицај удаљене групе на киселост и базност органских једињења; пореди киселост алкохола, фенола и карбоксилних киселина, базност амина и пише одговарајуће једначине хемијских реакција.  2.ХЕ.3.3.8. Наводи својства и примену органских једињења са сумпором и упоређује њихова физичка и хемијска својства са својствима одговарајућих органских једињења са кисеоником.  2.ХЕ.3.3.9. Користи тривијалне називе за основне представнике хетероцикличних једињења (пирол, фуран, тиофен, пиран, пиридин, пиримидин, пурин); објашњава физичка и хемијска својства ових једињења, наводи њихов значај и распрострањеност у природи и описује њихову практичну примену.  2.ХЕ.3.3.10. Изводи огледе којима доказује елементе који улазе у састав органских једињења; примењује методе изоловања и пречишћавања природних производа (дестилација, екстракција, кристализација,  хроматографија). | * аргументовано дискутује о заступљености органских супстанци у живим и неживим системима, пореклу органских загађујућих супстанци у животној средини и утицају на здравље и животну средину; * именује и хемијским формулама приказује представнике класа органских једињења укључујући различите видове изомерије; * класификује органске супстанце према називу и формули и повезује их са заједничким својствима представника сваке класе; * објасни и илуструје хемијским једначинама повезаност различитих класа органских једињења, укључујући механизме реакција и услове под којима се одвијају; * повеже физичкa и хемијска својства, физичке и хемијске промене органских једињења са њиховим саставом, честичном структуром, хемијским везама и међумолекулским интеракцијама; * разликује класе органских једињења на основу резултата класичне и инструменталне анализе; * предложи и изведе методе и технике за изоловање и пречишћавање органских супстанци из природних и комерцијалних производа; * испита огледима физичка и хемијска својства органских супстанци; * објасни састав и својства органских супстанци у комерцијалним производима, њихово добијање и значај у свакодневном животу; * анализира однос између хемијских научних принципа и технолошких процеса, и према принципима зелене хемије критички процењује утицај хемије и хемијске производње на појединца, друштво и окружење; * безбедно по себе и друге рукује лабораторијским прибором, посуђем и супстанцама; * одлаже и складишти супстанце сагласно принципима зелене хемије; * квантитативно тумачи хемијске промене и процесе у реалном контексту; * дискутује о заступљености биомолекула у живим системима, њиховој улози и физиолошком дејству, корисним и штетним аспектима; * објасни значај и примену природних и синтетичких биомолекула; * критички размотри употребу биомолекула њихов утицај на здравље и околину; * именује и хемијским формулама прикаже мономерене јединице биополимера; * објасни физичка и хемијска својства и промене биомолекула на основу њихове структуре; * објасни различите нивое структурне организације биомолекула и повеже са њиховом улогом у живим системима; * испита огледима физичка и хемијска својства и промене представника биомолекула; * класификује биомолекуле према производима хидролизе; * објасни појам стереоизомерије на примеру биомолекула; * објасни хемијске промене једноставнијих биомолекула у организму и пише једначине реакција којима то илуструје; * објасни биохемијске реакције са аспекта кинетике и термохемије; * објасни састав, хемијска својства и улогу пуфера у живим системима; * објасни катаболизам и анаболизам; * објасни основне принципе и значај процеса репликације, транскрипције и транслације. | **ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА С КИСЕОНИКОМ** |
| Алкохоли, етри, феноли, алдехиди и кетони, карбоксилне киселине и деривати карбоксилних киселина. Номенклатура. Врсте изомерије. Физичка својства. Хемијске реакције и механизми реакција. Хетероциклична једињења с кисеоником.  Заступљеност и примена органских једињења с кисеоником.  Добијање органских једињења с кисеоником у лабораторијским условима и индустријској производњи. ***Демонстрациони огледи:***  Грађење алкохолата и феноксида, доказивање фенола помоћу гвожђе(III)-хлорида.  ***Лабораторијска вежба 1***  Алкохолно врење, испитивање растворљивости и густине алкохола, сагоревање етанола, одређивање структуре алкохола − Лукасов тест, оксидација алкохола, алко-тест, својства полихидроксилних алкохола.  Дехидратација глицерола – доказивање глицерола акролеинском пробом.  ***Лабораторијска вежба 2*** Дестилација етанола из вина. ***Лабораторијска вежба 3***  Оксидација алдехида калијум-перманганатом у неутралној, базној и киселој средини. Редукција Фелинговог реагенса. Редукција Толенсовог реагенса. ***Лабораторијска вежба 4***  Својства пропанона, јодоформска проба.  ***Лабораторијска вежба 5***  Добијање етанске киселине из њених соли. Растворљивост карбоксилних киселина у води и органским растварачима. Упоређивање киселости и дејство карбоксилних киселина на метале, базe, NaHCO3.  ***Лабораторијска вежба 6***  Естерификација карбоксилних киселина, испитивање растворљивости естара у води, поларним и неполарним растварачима. Кисела и базна хидролиза естара. |
| **ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА С АЗОТОМ И СУМПОРОМ** |
| Класе и номенклатура. Изомерија. Физичка својства. Хемијске реакције органских једињења са азотом и сумпором. Примена. Хетероциклична једињења. Боје. ***Лабораторијска вежба 7***  Карактеристични спектри органских једињења са кисеоником, азотом и сумпором. |
| **ОРГАНСКЕ ЗАГАЂУЈУЋЕ СУПСТАНЦЕ** |
| Рециклирање. Биоотпад.  Медицински отпад, прехрамбени отпад. Одржива производња. Циркуларна економија. Управљање отпадом. |
| **ТЕОРИЈСКИ ОСНОВ ЗА ИЗУЧАВАЊЕ БИОХЕМИЈЕ**  Елементи и њихова улога у живим системима и животној средини.  Вода у живим системима. Састав и својства телесних течности (растворљивост састојака, хидрофилност и липофилност, рН вредност и пуфери).  Природни и синтетички биомолекули – заступљеност, састав, својства, улога и утицај на здравље и животну средину. Од макромолекула до организма.  Хемија ћелије.  Размена супстанци и енергије у ћелији.  ***Демонстрациони огледи:***  Демонстрирање узорака супстанци и модела природних и синтетичких биомолекула. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 2.ХЕ.3.5.2. Објашњава допринос хемије заштити животне средине и предлаже активности којима доприноси очувању животне средине.  2.ХЕ.1.4.2. Наводи улогу и заступљеност угљених хидрата, масти, уља, воскова, протеина и витамина у живим системима, као и улогу ДНК.  2.ХЕ.1.4.3. Познаје алкалоиде као природна и синтетичка хемијска једињења која имају корисна и штетна физиолошка дејства.  2.ХЕ.1.4.4. Познаје улогу и примену антибиотика као природних и синтетичких хемијских једињења.  2.ХЕ.2.4.1. Повезује структуру моносахарида, дисахарида и полисахарида, структуру естара из масти, уља и воскова, структуру аминокиселина и протеина са својствима и улогом у живим системима.  2.ХЕ.2.4.3. Описује структуру нуклеинских киселина; разликује рибонуклеотиде од дезоксирибонуклеотида и наводи улогу и-РНК, р-РНК и т-РНК у живим системима.  2.ХЕ.3.4.1. Објашњава појаву стереоизомерије код моносахарида.  2.ХЕ.3.4.2. На основу назива, формула и врсте веза разликује структуру молекула дисахарида (малтозе, лактозе, сахарозе, целобиозе) и полисахарида (скроба, целулозе и гликогена).  2.ХЕ.3.4.3. Објашњава хемијска својства моносахарида (оксидација, редукција, грађење гликозида, грађење естара са фосфорном киселином); разликује и огледом доказује редукујуће и нередукујуће угљене хидрате  на основу реакције са Фелинговим и Толенсовим реагенсом.  2.ХЕ.3.4.4. Класификује липиде на основу реакције базне хидролизе; испитује огледима и објашњава њихова физичка и хемијска својства и улогу у живим системима.  2.ХЕ.3.4.5. Објашњава структуру, физичка и хемијска својства аминокиселина; предвиђа наелектрисање аминокиселина на различитим pH вредностима; објашњава међусобно повезивање 2-аминокиселина (α аминокиселина) пептидном везом, као и природу пептидне везе.  2.ХЕ.3.4.6. Објашњава четири нивоа структурне организације протеина: примарну, секундарну, терцијарну и кватернерну структуру и њихов значај за биолошку активност протеина у живим системима.  3.4.7. Објашњава улогу ензима у живим системима и утицај различитих фактора на активност ензима (температура, промена pH вредности, додатак јона тешких метала, кофактори и коензими, инхибитори). 2.ХЕ.3.4.8. Објашњава основне принципе чувања, преноса и испољавања генетских информација.  2.ХЕ.3.4.9. Објашњава функционисање метаболизма, да се у оквиру деградационе фазе метаболизма (катаболизма) разградњом угљених хидрата, протеина и липида до мањих молекула (вода, угљеник(IV)- оксид, млечна киселина) ослобађа енергија која се конзервира у облику ATP-а и редукованих форми коензима, док се у биосинтетској фази метаболизма (анаболизма) ова енергија, као и неки једноставнији молекули који настају у оквиру катаболичких процеса, користе за изградњу сложених биомолекула протеина, липида, полисахарида и нуклеинских киселина, који су организму потребни.  2.ХЕ.2.5.2. Објашњава значај употребе постројења за  пречишћавање воде и ваздуха, индустријских филтера, аутомобилских катализатора и сличних уређаја у свакодневном животу и индустрији.  2.ХЕ.3.5.2. Објашњава допринос хемије заштити животне средине и предлаже активности којима доприноси очувању животне средине. |  | **АМИНО-КИСЕЛИНЕ, ПЕПТИДИ И ПРОТЕИНИ** |
| Амино-киселине – физичка и хемијска својства. Пептидна веза. Пептиди.  Протеини. Нивои структуре протеина. Ензими. Хормони.  Метаболизам протеина.  ***Демонстрациони огледи:***  Испитивање киселинско-базних својстава водених раствора амино-киселина; доказивање амино-групе у молекулима амино-киселина; реакција амино-киселине са нинхидрином.  Доказне реакције за пептиде и протеине: биуретска и ксантопротеинска реакција; таложење протеина  загревањем, концентрованим минералним киселинама, солима тешких метала, алкохолом, амонијум-сулфатом; утицај температуре и рН вредности средине на активност амилазе.  ***Лабораторијска вежба 8***  Изоловање албумина из беланцета, испитивање својстава албумина |
| **УГЉЕНИ ХИДРАТИ** |
| Моносахариди. Хејвортове и Фишерове формуле. Стереоизомерија моносахарида.  Дисахариди. Полисахариди. Гликозиди.  Физичка и хемијска својства угљених хидрата. Метаболизам угљених хидрата.  ***Демонстрациони огледи:***  Молишова реакција;  реакције са Фелинговим и Толенсовим реагенсом; Ниландерова реакција; реакција скроба са јодом. ***Лабораторијска вежба 9***  Хидролиза скроба и испитивање својстава хидролизата. |
| **ЛИПИДИ** |
| Осапуњиви и неосапуњиви липиди. Масне киселине. Масти и уља. Хидрогенизација и сапонификација.  Метаболизам липида  ***Демонстрациони огледи:***  Испитивање физичких својстава липида, изоловање масних киселина, испитивање киселости раствора сапуна фенолфталеином. |
| **НУКЛЕИНСКЕ КИСЕЛИНЕ** |
| Рибонуклеотиди. Дезоксирибонуклеотиди. ДНК и РНК.  Репликација.Транскрипција. Транслација.  ***Лабораторијска вежба 10***  Изоловање ДНК из природних производа. |
| **ВИТАМИНИ** |
| Класификација и структура витамина. Својства витамина.  Веза између витамина и метаболизма.  ***Демонстрациони огледи:***  Испитивање растворљивости витамина. |
| **AЛКАЛОИДИ И АНТИБИОТИЦИ** |
| Класификација алкалоида, физиолошко дејство и злоупотреба.  Улога и примена антибиотика.  ***Демонстрациони оглед:***  Изоловање кофеина из чаја или кафе. |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Програм наставе и учења Хемије првенствено је оријенти- сан на процес учења и остваривање наведених исхода. Тиме се постиже постављени циљ наставе хемије, формирају предметне и међупредметне компетенције и постижу резултати учења опи- саним стандардима постигнућа за крај општег средњег образо- вања. Исходи представљају ученичка постигнућа и као такви су основна водиља наставнику у планирању и реализацији процеса наставе која подстиче и подржава учење и омогућава ученику да

формира очекивана постигнућа. Програм наставе и учења хеми- је је тематски конципиран. За сваку тему предложени су кључни појмови садржаја, а ради лакшег планирања наставе предложен је оријентациони број часова по темама. Препоручен број часова за реализацију сваке теме укључује демонстрационе огледе и лабора- торијске вежбе.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Програм наставе и учења оријентисан на исходе пружа на- ставнику већу слободу у планирању и реализацији наставе. При

планирању наставе и учења важно је имати у виду да се исходи разликују по потребном времену за њихово постизање. Неке исхо- де ученици могу постићи за краће време, али је за постизање ве- ћине исхода потребно више времена и више различитих активно- сти. Потребно је да наставник за сваку наставну јединицу, у фази планирања и писања припреме за час, у односу на одабрани исход дефинише исходе специфичне за дату наставну јединицу. Поједи- ни исходи се могу остварити у сарадњи са наставницима других предмета, чиме се постиже међупредметно повезивање и подржа- ва формирање међупредметних компетенција. У фази планирања наставе и учења треба имати у виду да је уџбеник наставно сред- ство намењено ученицима и да он не одређује садржаје предмета. Важно је омогућити ученицима да појмове формирају на основу посматрања демонстрационих огледа и извођења лабораторијских вежби, које омогућавају, поред формирања знања, и развијање ве- штина за експериментални рад. Ако у школи не постоје супстанце потребне за извођење предложених демонстрационих огледа и ла- бораторијских вежби, огледи се могу извести са доступним суп- станцама.

Препоручени број часова по темама:

Органска једињења с кисеоником – 20 часова Органска једињења с азотом и сумпором – 10 часова Органске загађујуће супстанце – 2 часа

Теоријски основ за изучавање биохемије – 2 часа Амино-киселине, пептиди и протеини – 10 часова Угљени хидрати – 7 часова

Липиди – 5 часова

Нуклеинске киселине – 5 часова Витамини – 1 час

Алкалоиди и антибиотици – 2 часа

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Кроз целокупан наставни процес у области органске хемије и биохемије важно је стално подстицати ученике да повезују ново градиво са претходно ученим садржајима хемије, да анализира- ју својства и промене органских супстанци, услове под којима се промене одвијају, да идентификују сличности и разлике, и обја- шњавају својства, физичке промене и механизме хемијских реак- ција органских једињења на основу структуре молекула, хемиј- ских веза у молекулима и међумолекулских интеракција.

Лабораторијске вежбе се организују с половином одељења, а ученици могу да их изводе у пару или групи до четири ученика. Током вежби ученици примењују научни метод и активирају се у планирању и извођењу огледа, прикупљању података и њиховом приказивању на структуриран начин (табеларно и графички), фор- мулисању објашњења, извођењу закључака и извештавању.

# Органска једињења с кисеоником

На почетку теме активирају се предзнања ученика из основ- не школе о класама органских једињења с кисеоником. У наставку рада, поред проширивања и продубљивања знања о класама орган- ских једињења с кисеоником, о којима су ученици учили у основној школи, сада уче још о етрима, фенолима, детаљније о алдехидима и кетонима (у основној школи разматрали су их само као производе оксидације алкохола) и, осим естара, уче о другим дериватима кар- боксилних киселина (ацил-халогенидима, анхидридима киселина и амидима). Од ученика се очекује да анализирају структуру моле- кула, функционалне групе, хемијске везе, међумолекулске интер- акције, да претпостављају и објашњавају физичка својства пред- ставника наведених класа, да претпостављају и помоћу механизама хемијских реакција представљају хемијске промене представника класа. Ученици пишу једначине супституције, адиције и елимина- ције представника класа органских једињења с кисеоником, има- јући у виду функционалне групе и услове под којима се одвијају хемијске реакције. На пример, пишу једначину хемијске реакције естерификације алкохола са минералним кисеоничним киселина- ма, и да објашњавају како, зависно од услова реакције, могу наста- ти алкени (на температури од 1700 C), или етри (у вишку алкохола и

на температури од 1400 C). Писањем једначина нуклеофилних суп- ституционих реакција алкохола са халогеноводоничним киселина- ма, ученици повезују алкохоле са халогеним дериватима угљоводо- ника. Објашњавају типове изомерије, посебно оптичке изомерије. Користећи IUPAC номенклатуру ученици именују органска кисео- нична једињења, а користе и уобичајене (тривијалне) називе орган- ских супстанци које имају примену у свакодневном животу. Наводе примере и објашњавају заступљеност, значај и практичну примену органских једињења с кисеоником.

На основу демонстрационих огледа и лабораторијских вежби ученици разматрају, упоређују и међусобно повезују физичка и хе- мијска својства и промене представника класа органских једињења с кисеоником, начине добијања, доказивања и одвајања из смеша.

# Органска једињења са азотом и сумпором

Органска једињења са азотом и сумпором ученици класифи- кују на основу функционалних група. Тема обухвата и важна хете- роциклична органска једињења.

Од ученика се очекује да пишу формуле и називе нитро-једи- њења, амина, амонијум-соли, тиола, сулфида и дисулфида, као и формуле и називе изомера амина и тиола.

Физичка својства ових једињења ученици могу разматрати у прегледу, а затим анализирати разлике у хемијским својствима. Хемијским једначинама представљају реакције амина, нитро-је- дињења, тиола и дисулфида, и објашњавају како се настала једи- њења могу користити за добијање других супстанци тако да имају што мањи негативан утицај на животну средину. Ученици могу из различитих извора прикупити податке о практичној примени ор- ганских једињења с азотом и сумпором, и објаснити примену на основу структуре и својстава супстанци.

Предложеном вежбом у оквиру ове теме ученици анализира- ју информације које пружају спектри о грађи органских једињења са кисеоником, азотом и сумпором.

# Органске загађујуће супстанце

При разматрању загађивања животне средине ученици би требало да сагледају сложеност проблема, да он обухвата узрок, интензитет, трајање, здравствене, еколошке, економске, естетске и друге ефекте. Такође, да производња хране, енергије, лекова, материјала, неопходних за опстанак човека, обухвата поступке и хемијске реакције у којима настају потребни производи, као и супстанце које се могу означити као отпад, због чега се све више различитих супстанци може наћи у природи. Потребно је да уче- ници анализирају промене до којих долази доспевањем органских супстанци у животну средину, зависно од њихових физичких и хе- мијских својстава, и како почетна промена може покренути серију других промена. Ученици би требало да идентификују загађујуће органске супстанце које могу изазвати нарушавање квалитета жи- вотне средине и изворе загађивања, тј. места на којима оне ула- зе у животну средину (димњак, излазне цеви отпадне воде, неза- штићене депоније отпадног материјала). У разматрању процеса изазваних загађујућим супстанцама, важно је да ученици уочавају да се за сагледавање њиховог утицаја на животну средину морају узети у обзир и бројни природни фактори (промена температуре, кретање ваздуха, промена влажности ваздуха, кретање воде, итд), као и интеракције до којих долази између загађујућих супстанци, да је потребно пратити међусобну повезаност процеса у животној средини, да промена у једном сегменту животне средине изазива одређене промене у свим осталим сегментима. У оквиру теме по- требно је да ученици анализирају краткорочни и дугорочни утицај употребе неких органских супстанци на процесе у живим органи- змима и на животну средину, да анализирају животни циклус про- извода са аспекта потрошње енергије, утрошка ресурса, емисије загађујућих супстанци и утицаја на здравље, да критички вреднују према циљевима одрживог развоја и принципима зелене хемије производњу и практичну примену органских супстанци, да пре- длажу решења за мониторинг, одлагање отпада и мере за очување животне средине.

# Теоријски основ за изучавање биохемије

На почетку теме ученици разматрају биоелементе у саставу органских једињења у живим организмима, или у виду јона, њихо- ву улогу и, у том смислу, међузависност живих организама и жи- вотне средине. На тај начин ученици разматрају заступљеност еле- мената есенцијалних за живот, као и оних који су токсични, а могу се наћи у живим бићима као последица живота у загађеној среди- ни. Следећи корак је да ученици разматрају значај воде за живе ор- ганизме, хемијски састав унутарћелијске и ванћелијске течности, рН вредности телесних течности и пуфере у људском организму који су значајни за одржавање киселинско-базне равнотеже.

Очекује се да ученици повежу порекло биомолекула са неор- ганским супстанцама, угљеник(IV)-оксидом и водом, као и да на основу приказа кружења супстанци (угљеника и азота) и енергије објасне везу између живе природе (биомолекула) и неживе приро- де (неорганских супстанци). У оквиру разматрања структуре био- молекула неопходно је да уоче постојање више функционалних група у овим молекулима, да су то молекули малих молекулских маса, али и веома великих (мономери и полимери), да могу бити различите сложености, да поред природних биомолекула постоје синетички и полусинтетички производи, на пример, антибиотици, алкалоиди, вештачки хормони итд. Ученици би требало да раз- матрају различите природне производе у саставу намирница, ва- жност здраве исхране засноване на познавању које су намирнице извор појединих биолошки важних једињења, до којих поремећаја долази уколико се природна равнотежа између биомолекула нару- ши, да супстанце антропогеног порекла могу утицати на ту равно- тежу и довести до поремећаја метаболизма у живим системима.

Тема се завршава разматрањем хијерархијске организације

живих система, грађе ћелије, сличности и разлика биљних и живо- тињских ћелија, и размене супстанци и енергије у ћелији.

# Амино-киселине, пептиди и протеини

Ученици започињу учење ове теме разматрањем значења пој- ма L-α-амино-киселина. Затим класификују амино-киселине на основу структуре и својстава бочног низа и разликују есенцијал- не амино-киселине. На основу промене pH вредности приказују настајање „цвитер јона” и повезују pI с електрофорезом и одгова- рајућим условима за раздвајање протеина из смеше кретањем нае- лектрисаних честица у електричном пољу. Очекује се да хемијским једначинама представљају све врсте реакција амино-киселина, именују производе реакција и објасне настајање и природу пеп- тидне везе. Класификују протеине према саставу, растворљивости, облику молекула и биолошкој функцији, као и да препознају сло- жене протеине према природи непротеинске компоненте, тј. према простетичној групи. Објашњавају четири нивоа структурне орга- низације протеина, уочавају постојање водоничних веза, интрамо- лекулских, хидрофобних интеракција бочног низа, дисулфидних веза и интермолекулских интеракција на примерима, и да повезују с биолошком активношћу протеина у живим системима. Ученици објашњавају разлику између хидролизе (којом се раскидају пептид- не везе) и денатурације протеина којом се нарушавају интеракције које стабилизују секундарну, терцијарну и кватернерну структуру. На примерима објашњавају начине денатурације протеина.

Ученици објашњавају улогу и класе ензима, разликују их по

називу и повезују с реакцијом коју катализују. Описују факторе који утичу на активност ензима и активност по моделу прилаго- ђавања. Објашњавају значење појмова: супстрат, активни центар и начин деловања по принципу кључ и брава, као и важност ензима у живим системима.

Ученици уочавају значај амино-киселина насталих хидроли- зом протеина, повезују их са изградњом телесних протеина и дру- гих сложених биомолекула.

Биосинтезу протеина објашњавају као анаболички процес који обухвата четири основне фазе. Објашњавају функционисање мета- болизма и анализирају процес варења хране за добијање енергије која се конзервира и даље користи у организму. Кроз процес глуко- неогенезе повезује прелазак амино-киселина у глукозу и гликоген.

Кроз демонстрационе огледе врше испитивање киселин- ско-базних својстава водених раствора амино-киселина; докази- вање амино-групе у молекулима амино-киселина; реакција ами- но-киселине са нинхидрином; изводе доказне реакције за пептиде и протеине: биуретска и ксантопротеинска реакција; врше тало- жење протеина загревањем, концентрованим минералним кисе- линама, солима тешких метала, алкохолом, амонијум-сулфатом; испитују утицај температуре и рН вредности средине на активност амилазе. Лабораторијска вежба представља изоловање албумина из беланцета, испитивање својстава албумина.

# Угљени хидрати

Ученици класификују моносахариде према броју атома угље- ника у молекулу, разликују моносахариде према функционалним групама, као и према сложености објашњавају структуру угљених хидрата. На основу назива пишу молекулске, Фишерове и Хејвор- тове формуле, а на основу формула дају називе угљеним хидрати- ма, објашњавају и пишу формуле и називе изомера. Објашњавају настајање гликозидне везе код олигосахарида и полисахарида. На основу посматрања демонстрационих огледа ученици објашњава- ју квалитативни тест за угљене хидрате, разлику између редукују- ћих и нередукујућих угљених хидрата, а на основу лабораторијске вежбе услове под којима долази до хидролизе скроба, шта је про- извод потпуне хидролизе скроба и како се експериментално може доказати. Очекује се да ученици познају заступљеност угљених хидрата, да опишу процес фотосинтезе и објасне улоге угљених хидрата у живим системима, фазе у метаболизму угљених хидра- та, процес варења хране, настајање глукозе главног извора енерги- је у организму. Уочавају разлику у варењу полисахарида целулозе и скроба, да разликују и објасне појмове гликогенеза, гликогеноли- за и глуконеогенеза, да објасне улогу инсулина у регулацији нивоа глукозе у крви и последице вишка или мањка глукозе у крви.

# Липиди

Као увод у тему важно је да ученици уоче да су липиди био- молекули који су слични по физичким својствима, растворљиво- сти, а да су разноврсне хемијске структуре и да имају вишеструке улоге у живим организмима. Класификују липиде према хемиј- ском саставу на једноставне (неосапуњиви) и сложене (осапуњи- ви) и описују да даља класификација масти такође зависи од њи- ховог хемијског састава. Ученици треба да се подсете формула масних киселина, које улазе у састав сложених липида, и да допу- не знања о неким природним масним киселинама. Важно је да по- знају значај уношења есенцијалних масних киселина у организам и последице њиховог недостатка. Хемијским једначинама треба да представљају настајање неутралних масти, објашњавају како вр- сте масних киселина утичу на физичка и хемијска својства масти, примењују претходно стечена знања о реакцији сапонификације и примени неутралних масти за прављење сапуна, као и да прошире знања о коришћењу синтетских детерџената у свакодневном живо- ту. Од ученика се очекује да објашњавају реакције естерификације у којима настају воскови, да пишу формуле, наводе улогу воскова и употребу у свакодневном животу. Пишу формуле најраспростра- њенијих фосфоглицерида и сфинголипида и наводе значај ових је- дињења. Стероиде разматрају као значајну групу липида с низом улога у организму, описују структуру стерола, класификују према пореклу и описују улогу најзначајнијих стерола у организму. Обја- шњавају да стероидни хормони и жучне киселине настају из холе- стерола, класификују их на основу структуре и билошке функције, наводе њихову биолошку функцију, и указују на значај стероидних хормона и жучних киселина у људском организму.

У оквиру теме ученици разматрају како се основне градив-

не јединице неутралних масти разграђују у процесу метаболизма и који ензими катализују те реакције. Повезивањем катаболизма и анаболизма ученици објашњавају који су интермедијери у био- синтези масних киселина (који се не налазе се у облику дерива- та коензима А), и да се биосинтеза масних киселина разликује од процеса њихове разградње.

# Нуклеинске киселине

Ученици наводе улогу ДНК и РНК, описују разлике у саставу нуклеотида и нуклеозида, дезоксирибонуклеотида и рибонуклео- тида. Објашњавају основне принципе и значај процеса репликаци- је, транскрипције и транслације, што подразумева тумачење хемиј- ске синтезе нуклеинских киселина и протеина, начине повезивања структурних јединица ових молекула, као и строге принципе кон- троле процеса синтезе.

Предложеном лабораторијском вежбом у оквиру ове теме ученици изолују ДНК из природних производа.

# Витамини

Ученици разматрају неопходност витамина за правилно функционисање организама, важност витамина у биохемијским реакцијама (улазе у састав коензима или простетичних група ен- зима), и немогућност синтезе витамина у људском организму. Очекује се да уоче да су витамини органска једињења разноврсне структуре и да се не класификују према хемијској структури већ према растворљивости на витамине растворљиве у мастима (ли- посолубилне) и растворљиве у води (хидросолубилне). Наводе биохемијску улогу витамина, како се манифестује авитаминоза, тј. које болести настају услед недостатка витамина. За ученике је важно да познају које намирнице су извор витамина и значај њи- ховог уношења у организам разноврсном исхраном у циљу задово- љења потреба за неопходним количинама витамина и нормалног функционисања организма.

# Aлкалоиди и антибиотици

Ученици наводе биљно порекло алкалоида и њихово физи- олошко дејство, класификују алкалоиде према структури на оне који садрже азот ван прстена и алкалоиде који садрже азот у прсте- ну. Објашњавају добијање алкалоида из биљака или синтетичким путем, описују њихов значај због корисног терапеутског дејства, ризике и злоупотребу алкалоида, и наводе да је наркоманија један од највећих социјалних и здравствених проблема данашњице.

Очекује се да ученици дефинишу шта су антибиотици, да класификују антибиотике на основу структуре и наводе најзначај- није антибиотике из сваке групе, начин њиховог добијања и деј- ство. Требало би да познају спектар деловања антибиотика, значај одређивања антибиограма, начин коришћења антибиотика и могу- ће нежељено споредно дејство.

Алкалоиди и антибиотици су погодне теме за пројектну на- ставу, да ученици планирају истраживање, спроведу га, обраде, представе и критички процењују добијене резултате о употреби алкалоида или антибиотика.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У настави оријентисаној на достизање исхода вреднује се процес и продукти учења. Приликом сваког вредновања постигну- ћа потребно је ученику дати повратну информацију која помаже да разуме грешке и побољша учење и резултат. Свака активност је прилика за процену напредовања и давања повратне информа- ције (формативно проверавање), а ученике треба оспособљавати да процењују сопствени напредак у остваривању исхода предмета. Тако, на пример, питања у вези с демонстрацијом огледа, ученичка запажања, објашњења и закључци, могу бити један од начина фор- мативног проверавања. Анализа ученичких одговора пружа увид у то како они примају информације из огледа и издвајају битне, анализирају ситуације, повезују хемијске појмове и појмове фор- миране у настави других предмета у формулисању објашњења и извођењу закључака о својствима и променама супстанци. Таква пракса праћења напредовања ученика поставља их у позицију да повезују и примењују научне појмове у контекстима обухваћеним демонстрираним огледима, доприноси развоју концептуалног ра- зумевања и критичког мишљења, и припрема ученике да на тај на- чин разматрају својства и промене супстанци с којима су у контак- ту у свакодневном животу.

Праћење напредовања ученика требало би да обухвати све нивое презентовања хемијских садржаја: макроскопски, субми- кроскопски и симболички ниво. Питањима би требало подстицати ученике да предвиде шта ће се десити, да оправдају избор, обја- сне зашто се нешто десило и како се десило, повежу различите области садржаја, препознају питања постављена на нови начин, извуку корисне податке, али и да процењују шта нису разумели. Ученике би требало охрабривати да презентују, објашњавају и бране стратегије које користе у решавању проблема. Тиме се они подстичу да реструктурирају и организују садржај на нов начин, издвајају релевантан део садржаја за решавање проблема, обја- шњавају начин решавања проблема или трагају за различитим на- чинима решавања проблема. Улога наставника је да води питањи- ма или сугестијама резоновање ученика, као и да пружа повратне информације. На основу резултата праћења и вредновања, заједно са ученицима треба планирати процес учења.

Оцењивање (сумативно проверавање) је саставни део проце- са наставе и учења којим се обезбеђује стално праћење оствари- вања циља, исхода и стандарда постигнућа. Ученик се оцењује на основу усмене провере постигнућа, писмене провере и практичног рада. Важно је да активности ученика у процесу наставе и учења, формативног и сумативног проверавања буду усаглашене према очекиваним исходима, и да се приликом оцењивања од ученика не очекује испуњавање захтева за које нису имали прилику да током наставе развију потребна знања и вештине.

Наставник континуирано прати и вреднује, осим постигнућа ученика, и процес наставе и учења, као и себе и сопствени рад. Преиспитивање наставе према резултатима које постижу ученици је важна активност наставника и подразумева промену у методама наставе и учења, активностима и задацима ученика, изворима за учење, наставним средствима, тако да се ученицима обезбеди на- предовање ка бољим постигнућима.

# БИОЛОГИЈА

Циљ учења Биологије је да ученик развије биолошку, општу на- учну и jeзичку писменост, способности, вештине и ставове корисне у свакодневном животу, да развије мотивацију за учење и интересо- вања за биологију као науку, уз примену концепта одрживог развоја, етичности и права будућих генерација на очувану животну средину.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учећи биологију у општем средњем образовању, ученик ће овладати знањима и вештинама које ће му омогућити да разуме структуру, филогенију и еволуцију живог света, човеково место и његову улогу у природи, као и огромну човекову одговорност за очување животне средине и биолошке разноврсности на Земљи. Овако стечена знања из биологије и биолошких вештина приме- њиваће у свакодневном животу за побољшање сопственог здравља и одабир животног стила и учествовање у друштвеним дебатама ради доношења важних одлука, као што су одрживи развој и за- штита животне средине, заштита природе и биодиверзита и упо- треба биотехнологија. Бавећи се биологијом развијаће способност критичког мишљења, формираће научни поглед на свет, разумеће сличности и разлике између биолошког и других научних присту- па и развиће трајно интересовање за биолошке феномене.

Основни ниво

Разуме основне принципе структуре и функције живих ор- ганизама, њихове филогенетске међуодносе и еволутивни развој живота на Земљи на основу Дарвиновог учења; разуме и примере- но користи биолошке термине који су у широј употреби; разуме и примерено користи стечена знања и вештине за практичну приме- ну у свакодневном животу, као што су лична хигијена, исхрана и животне навике и заштита животне средине.

Средњи ниво

Разуме и адекватном терминологијом исказује чињенице о типичним механизмима и процесима у биолошким системима,

везама између структуре и функције у њима, и разуме основне узрочно-последичне везе које у тим системима владају; стечена знања активно користи у личном животу у очувању здравља и жи- вотне средине; учествује у друштвеним акцијама и дебатама са те- мом очувања животне средине и биолошке разноврсности; свестан је потребе одрживог развоја друштва и уме да процени које одлуке га омогућују, а које угрожавају.

Напредни ниво

Уме да анализира, интегрише и уопштава биолошке феноме- не и процесе, чак и на атипичним примерима; примењује стечена знања у решавању широког спектра животних ситуација; критички анализира информације и ризике одређених понашања, и јасно ар- гументује ставове и животне навике који служе позитивном развоју; разуме и користи језик биолошке струке, и може да прати усмену и писану биолошку комуникацију у медијима, иницира и учествује у друштвеним акцијама и дебатама са темом очувања животне сре- дине и одрживог развоја, природе и биолошке разноврсности, и на основу биолошких знања и критичког погледа на свет користи и ра- зуме савремене биотехнологије (вакцине, матичне ћелије, генетски модификована храна, генетске основе наследних болести).

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА:

Грађа, функција, филогенија и еволуција живог света

Ова компетенција омогућава ученику да овлада знањима и ве- штинама које ће му омогућити да разуме структуру, филогенију и еволуцију живог света, човеково место и његову улогу у природи.

Основни ниво

Зна основе еволуционе биологије и основне чињенице о по- реклу, јединству и биолошкој разноврсности живота на Земљи.

Средњи ниво

Примењује знања из еволуционе биологије у објашњењу фи- логенетских промена које су довеле до настанка постојеће биоло- шке разноврсности на Земљи.

Напредни ниво

Дискутује и аргументује предности еволуционе теорије у од- носу на друга мишљења о пореклу и развоју живота на Земљи.

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА:

Молекуларна биологија, физиологија и здравље

Ова компетенција омогућава ученику да стечена знања при- мењује у свакодневном животу за побољшање сопственог здравља

и одабир животног стила, као и доношење информисане одлуке о примени савремених биотехнологија.

Основни ниво

Зна основе молекуларне биологије, а посебно организацију генетичког материјала и основна правила генетике и наслеђивања, као и генетичку основу наследних болести; зна основне механи- зме одржавања хомеостазе, нарочито у односу на променљивост спољашње средине, и основне последице нарушавања хомеостазе организама на примеру човека.

Средњи ниво

Разуме значај молекуларне биологије и генетике у процесу настанка наследних болести; зна грађу и физиологију човека у и активно примењује та знања у свакодневном животу за очување сопственог здравља.

Напредни ниво

Уме да дискутује и аргументује физиолошке и неуроендокри- не основе адаптивног понашања, а посебно са аспекта функцио- налне интеграције организама.

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА:

Екологија, заштита животне средине и биодиверзитета, одрживи развој

Ова компетенција омогућава ученику да учествује у друштве- ним дебатама ради доношења важних одлука, као што су одрживи развој и заштита животне средине, заштита природе и биодивер- зитета.

Основни ниво

Разуме основне принципе заштите животне средине и природе.

Средњи ниво

Зна основне механизме дејства загађујућих материја и мере за отклањање последица загађења животне средине, као и основ- не факторе угрожавања природе и биодиверзита и мере за заштиту природе.

Напредни ниво

Разуме сложене функционалне и хијерархијске везе између живих бића и њихове неживе околине у еко-системима и биосфе- ри, а посебно улогу и место човека у природи и његову одговор- ност за последице сопственог развоја.

Разред

Недељни фонд часова Годишњи фонд часова

**Трећи 3 часа**

**111 часова**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СТАНДАРДИ** | **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМA и кључни појмови садржаја** |
| 2.БИ.1.6.2. Разуме шта су основни постулати истраживачких процедура; разуме појам контролисаног истраживањa; схвата како се у науци спроводи контрола и уме да, по упутству и уз помоћ наставника, реализује једноставно истраживање, попуни формулар, прикаже резултате у табели/графикону и извести о резултату.  2.БИ.1.6.3. Уме да прочита једноставно приказане податке и зна како да се понаша у лабораторији и на терену као и правила о раду и безбедности на раду1. 2.БИ.2.6.4. Уме, на задатом примеру, уз помоћ наставника, да постави хипотезу, формира и реализује једноставан експеримент и извести о резултату.  2. БИ. 3.6.1. Разуме значај и уме самостално да реализује систематско и дуготрајно прикупљање података 2.БИ.3.6.2. Уме да осмисли једноставан протокол прикупљања података и формулар за упис резултата. 2.БИ.3.6.3. Уме самостално да прави графиконе и табеле према два критеријума уз детаљан извештај.  2.БИ.2.1.1. Уме да објасни основна својства живих бића у мање типичним и атипичним случајевима.  2.БИ.3.1.1. Разуме како основна својства живих бића указују на јединство живота.  2.БИ.2.3.1. Повезује структуре и функције важних биолошких макромолекула (нуклеинских киселина и протеина).  2.БИ.2.2.1. Уме да објасни структурну и функционалну повезаност основних ћелијских процеса и разуме разлоге ћелијске диференцијације.  2.БИ.3.2.1. Разуме да динамику ћелијских процеса условљавају како чиниоци ван ћелије (унутар организма али и из спољашње средине) тако и унутарћелијски чиниоци (генетска регулација метаболизма).  2.БИ. 3.3.1. Разуме молекуларне основе наслеђивања. 2.БИ. 1.5.1. Познаје основне заразне болести, њихове изазиваче, одговарајуће мере превенције и личне мере хигијене; разуме основне узрочно-последичне односе у овој области.  2.БИ. 2.5.1. Зна које су и како се примењују колективне хигијенске мере и разуме смисао тих мера.  2.БИ.1.3.3. Уме да објасни организацију генетичког материјала у ћелији (укљ. појмове ген, алел, хромозом, геном, генотип, фенотип); примењује основна правила наслеђивања у решавању једноставних задатака и зна да наведе неколико наследних болести.  2.БИ.2.3.3. Зна како настаје варијабилност генетичког материјала и основне принципе популационе генетике (еволуционе генетике) и примењује та знања у решавању конкретних задатака.  2.БИ. 3.3.3 Примењује знања из генетике у методски одабраним ситуацијама, посебно у генетици човека2 и конзервационој биологији.  2.БИ.2.3.4. Зна основне еволуционе механизме, основне типове селекције разуме како природна селекција наследне варијабилности доводи до настанка нових врста. | * осмисли поступак истраживања на задато истраживачко питање, креира и прати истраживачки протокол; * прикупи, прикаже и тумачи податке добијене истраживањем; * изнесе и вреднује аргументе на основу доказа; * закључује о јединству живота и његовом заједничком пореклу на основу заједничких особина живих бића; * доведе у везу основна својства живих бића са просторним и временским распоредом чинилаца њиховог окружења; * разврста биолошки важне макромолекуле према њиховој улози у остварењу животних функција; * упоређује прокариотску и еукариотску ћелију на основу биохемијских, анатомских и морфолошких карактеристика; * доведе у везу утицај чинилаца из спољашње и унутрашње средине са динамиком ћелијских процеса * доведе у везу механизме преноса и експресије генетичке информације са физиолошким процесима и процесима у развићу сложеног вишећелијског организма; * примерима илуструје примену савремених приступа, метода и техника у биотехнологији; * анализира главне метаболичке путеве и њихову улогу у одржавању равнотеже производње и потрошње енергије на нивоу ћелије и организма; * доведе у везу механизме унутарћелијске и међућелијске комуникације са физиолошким процесима и процесима у развићу сложеног вишећелијског организма; * повеже основне механизме покретљивости и транспорта на ћелијском нивоу са физиолошким процесима и процесима у развићу сложеног вишећелијског организма; * тумачи шеме ћелијског циклуса и ћелијских деоба еукариота у контексту раста и размножавања; * повеже Менделове законе наслеђивања са карактеристикама мејотичке поделе хромозома, посебно на примерима генетике човека; * разликује генетичку и фенотипску варијабилност; * графички прикаже и анализира одабране примере фенотипске варијабилности; * идентификује начин на који основни еволуциони механизми утичу на генетичку структуру популације; * идентификује след догађаја током процеса адаптација на одабраним примерима; * повеже деловање природне селекције са настанком нових врста; * сарађује у тиму, поштујући разлике у мишљењу и интересима, дајући лични допринос постизању договора; * критички процени сопствени рад и рад сарадника у групи. | **Биологија као природна наука**  Биологија као наука. Појам научних теорија. Научна методологија.  Заједничке особине живих бића: ћелијска организација, метаболизам, хомеостаза, раст, развиће и размножавање (животни циклус), осетљивост и покретљивост (одговор на промену средине/стимулусе), биолошка еволуција.  Нивои организационе сложености и организациони ступњеви живих организама  (молекули-органеле-ћелије-ткива- органи-организам).  **Хемијска основа живота**  Значај воде за одржавање основних животних функција; значај појаве слободног кисеоника у Земљиној атмосфери; угљеник као главни састојак биолошких молекула.  Структура и функција биомолекула: угљени хидрати, липиди, протеини и нуклеинске киселине.  **Основе ћелијске грађе и функције**  Ћелија као основна јединица живота; грађа и улога ћелијских мембрана; прокариотска ћелија и еукариотска ћелија.  Разлике и сличности између прокариотске и еукариотске ћелије; теорија о ендосимбиози.  Промет кроз ћелијску мембрану. **Структура, пренос и експресија наследне информације**  Геном, репликација, експресија гена, синтеза протеина, регулација активности гена; мутације; репарација; савремени трендови у геномици – секвенцирање генома, мулти-омике, употреба биоинформатике и вештачке интелигенције у истраживањима и примени, синтетичка биологија.  **Метаболизам на нивоу ћелије**  Метаболизам ћелије, енергија у метаболичким реакцијама, усвајање и ослобађање угљеника, ензими, коензими, регулација активност (улога ензима)  и интеграција кључних биохемијских процеса, анаболички и катаболички путеви, Хемоаутотрофија, фотоаутотрофија, хетеротрофија, ћелијско дисање, врење, фотосинтеза.  **Осетљивост, комуникација и покретљивост на ћелијском нивоу**  Пренос сигнала унутар и између ћелија, облици сигнала, сигнални/регулаторни молекули, мембрански потенцијал, рецептори, синапсе.  Кретање и транспорт на ћелијском нивоу.  **Ћелијски циклус и деобе**  Ћелијска деоба и ћелијски циклус. Митоза. Улога митозе у повећању броја ћелија (растењу) и обнављању ћелија вишећелијских организама.  Мејотичке деобе: биолошки смисао и значај; формирање хаплоидних од диплоидних ћелија. Значај мејозе  као извора (генетичке) варијабилности организама. Регулација ћелијског циклуса.  **Основи генетике**  Tеорија мешаног наслеђивања. Особина и варијанта особине. Наследни фактор и ген. Tеорија партикуларног наслеђивања – Менделова правила наслеђивања. Алел. Генотип. Фенотип – генетички и средински узроци варијабилности особина.  Квалитативне и квантитативне особине. Комплексне особине и фенотипска пластичност. Хромозомска теорија наслеђивања и хромозомске мутације.  **Увод у еволуциону б**иологију Променљивост врста.  Ламаркова теорија еволуције Дарвинова теорија еволуције. Харди – Вајнбергова равнотежа. Популација. Генски фонд. Генетичка структура популације.  Еволуциони механизами (фактори еволуције). Неслучајно укрштање и учесталост генотипова. Адаптација. Специјација. Биолошки концепт врсте. Еволуција под утицајем човека. |

1. Примењује се само означени део стандарда
2. Примењује се само означени део стандарда

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Програм Биологије у трећем разреду математичке гимна- зије изучавању живих бића приступа са филогенетског аспекта и оријентисан је на достизање образовних исхода. Достизање исхо- да води развоју предметних, кључних и општих међупредметних компетенција. Исходи као описи интегрисаних знања, вештина, ставова и вредности ученика и груписани су у девет наставних тема: биологија као природна наука, хемијска основа живота, основе ћелијске грађе и функције, структура, пренос и експресија наследне информације, метаболизам на нивоу ћелије, осетљивост, комуникација и покретљивост на ћелијском нивоу, ћелијски ци- клус и деобе, основи генетике и увод у еволуциону биологију.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Полазећи од исхода и кључних појмова садржаја наставник најпре креира свој годишњи-глобални план рада из кога ће касни- је развијати своје оперативне планове. Потребно је да наставник за сваку наставну јединицу, у фази планирања и писања припреме за час, у односу на одабрани исход, дефинише исходе специфичне за наставну јединицу. При планирању треба, такође, имати у виду да се исходи разликују, да се неки лакше и брже могу остварити, али је за већину исхода потребно више времена и више различи- тих активности. У фази планирања наставе и учења веома је ва- жно имати у виду да су уџбеници наставна средства и да они не одређују садржаје предмета. Зато је потребно садржајима у уџбе- ницима приступити селективно, водећи се предвиђеним исходима које треба достићи. Ученике би требало упућивати на различите изворе сазнавања, наравно уз развијање способности ученика да препознају поуздане изворе. Препорука је да наставник планира и припрема наставу самостално и у сарадњи са колегама због успо- стављања корелација међу предметима.

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У остваривању наставе потребно је подстицати радозналост, аргументовање, креативност, рефлексивност, истрајност, одговор- ност, аутономно мишљење, сарадњу, једнакост међу половима. Препоручује се максимално коришћење ИКТ решења јер се могу превазићи материјална, просторна и друга ограничења (платформе за групни рад нпр. Pbworks, платформа Moodle, сарадња у „обла- ку” као Гугл, Офис 365...; за јавне презентације могу се користити веб решења нпр. креирање сајтова, блогова – Weebly, Wordpress...; рачунарске симулације као нпр. https://phet.colorado.edu/sr/ и апли- кације за андроид уређаје; домаћи и међународни сајтови и порта- ли, нпр. [www.cpn.rs,](http://www.cpn.rs/) [www.scientix.eu,](http://www.scientix.eu/) [www.go-lab-project.eu,](http://www.go-lab-project.eu/) [www.](http://www/) scienceinschool.org, [www.science-on-stage.eu](http://www.science-on-stage.eu/) и други).

# Биологија као природна наука

У реализацији теме Биологија као природна наука, тј. до- стизању исхода *осмисли поступак истраживања на задато ис- траживачко питање, креира и прати истраживачки протокол*, *прикупи, прикаже и тумачи податке добијене истраживањем* и *изнесе и вреднује аргументе на основу доказа*, важно је да ученици уоче да научна теорија или научни модел, који представља везе из- међу променљивих параметара неке природне појаве (биолошког феномена), мора бити у складу са опажањима и чињеницама које су доступне у датом тренутку, као и да омогући проверљива пред- виђања. Требало би да ученици разумеју да свака научна теорија или модел, као објашњење, важи у датом тренутку и да је подло- жна ревизији, уколико се, захваљујући сталном увећавању знања и напретку технологије, дође до нових сазнања и чињеница (чак и у случајевима када је теорија у прошлости давала задовољава- јућа објашњења и била у складу са тада доступним сазнањима). Препорука је да се ова начела приближе ученицима у комбинацији објашњења на уопштеном нивоу и примене на конкретним, њима познатим примерима, као што је нпр. развој људског сазнања о бактеријама и њиховим улогама у нашем животу и здрављу. Ва-

жно је да ученици разумеју да биолошка писменост постаје пред- услов опстанка човека као појединца и човечанства у целини, како би закључке доносили искључиво на основу доказа и аргумената (нпр. проблеми исцрпљивања ресурса, неодржива/одржива прои- зводња хране, употреба и злоупотреба биотехнологије и власни- штво над њом, здраве и нездраве животне навике, заштита здра- вља вакцинацијом итд). Оваквим приступом се омогућава и развој међупредметних компетенција Одговоран однос према околини, Одговорно учешће у демократском друштву и Одговоран однос према здрављу. Развој ставова који проистичу из оваквог присту- па биологији као науци, омогућиће ученицима да праве разлику између научних и ненаучних теорија и препознају ситуације када су биолошке чињенице селективно употребљене ради постизања ненаучних циљева, што може имати етичке, друштвене, економске и политичке последице.

Истраживачко-експериментални приступ би требало да се ослони на ученичку радозналост, која се манифестује кроз по- стављање питања и тражење одговора о реалним објектима и фе- номенима живог света. Реализација ове теме требало би да буде усмерена на откривање нових и повезивање старих знања и иску- става кроз лични ангажман ученика у истраживању. Тежиште ових активности је на осмишљавању истраживања од стране ученика, развијању вештине постављања питања и тражења одговора на основу опажених чињеница и мерења, као и критичкој анализи и тумачењу добијених резултата. У најједноставнијем случају, неоп- ходно би било да ученици, на очигледним примерима, науче да ра- зликују када се до задовољавајућих објашњења појава може доћи процесом питање-хипотеза/експеримент-закључак, а када одгова- рајући приступ подразумева систематично и пажљиво планира- но посматрање, пребројавање, мерење (уз што мањи субјективни утицај истраживача). После обављене анализе података, уочавања образаца и правилности, следи извођење закључака и непристра- сно тумачење добијених резултата. Очекивани и неочекивани ре- зултати су подједнако важни за доказивање хипотезе јер могу да укажу на пропусте у раду и формулисању истраживачког питања. Било би погрешно инсистирати на томе да постоји само један је- динствени „научни метод”, у смислу постављања и експеримен- талне провере хипотеза. Кроз разноврсне примере, ученици би требало да науче да различите појаве у природи, па и оне у живом свету, захтевају различите приступе и методе истраживања.

Важно је да ученици науче да научно истраживање подра- зумева систематско прикупљање података по унапред одређеном сценарију и на строго контролисан начин (праћењем одговарајућег протокола), одговорно понашање и поштовање мера сигурности у раду у односу на себе и друге учеснике. Jедноставнa истражива- ња се могу остварити и без већих материјалних захтева и додатних улагања. У току истраживачких активности, потребно је подстица- ти ученике да предлажу решења и критички преиспитују тврдње, у сарадњи са другим ученицима и наставником као модератором.

У складу са потребама и материјално-техничким могућно- стима којима школа и наставник располажу, ученици би требало да осмисле и изведу једноставно истраживање на задату тему, ради потврђивања или одбацивања постављене претпоставке, нпр: да ли биотехнолошка достигнућа имају позитиван утицај на про- дужетак животног века људи (истраживање и анализа података добијених коришћењем интернета и ИКТ); да ли ћелијску мембра- ну изграђују липиди (експеримент са црвеним купусом и течним детерџентом); да ли биљке дишу и ослобађају угљен-диоксид (ек- сперимент са кречном водом или са свећом); да ли постоји транс- порт кроз полупропустљиву мембрану (оглед са прозирном фо- лијом и обојеним сланим раствором); да ли вода циркулише кроз биљку и излази кроз поре у спољашњу средину (доказивањем да количина воде унете у биљку заливањем у дужем периоду није у сразмери са увећањем масе биљке у истом периоду); има ли разли- ка између значења термина теорија у биологији и у свакодневном животу (истраживање и анализа података коришћењем литера- туре из историје науке, интернета и коришћењем ИКТ); имају ли биолошке појаве и биолошки објекти утицај на развој уметности (истраживање литературе из историје уметности, коришћењем

интернета и коришћењем ИКТ) итд. Препорука је да у савлада- вању теме наставник припреми неколико примера реализованих и објављених научних истраживања, како би ученицима показао редослед корака у истраживању неког феномена и припремио их за самосталан рад.

Ученици би требало да открију постојање позитивне поврат- не спреге између развоја науке и научних сазнања и технолошких достигнућа, тј. да некада научна сазнања претходе и омогућавају технолошку примену, а понекад напредак технологије омогући ра- звој нових научних сазнања. На пример, сазнања из генетике су омогућила напредак технологија у производњи хране, а развој мо- лекуларно-биолошких техника је омогућио боља сазнања и дубље разумевање функције генома; такође, развој сателита и ГПС-а су омогућили боље разумевање еколошких феномена, итд. Захваљују- ћи савременим сазнањима о структури биолошких макромолекула, универзалности ћелијске организације живих бића и универзално- сти генетског кода, као и технолошком унапређењу истраживач- ких поступака у лабораторијама (научници су овладали техникама гајења ћелија ван организама – in vitro – и техникама изолације и манипулације њиховим генетичким материјалом), данас је могу- ће имати у лабораторијама ћелијске културе разних организама и премештати гене из једног организма у други, чак и када су они јако различити (филогенетски веома удаљени). Развој техника ге- нетичког инжењерства омогућио је клонирање гена и организама, производњу хуманог инсулина, хуманог хормона раста у генетички модификованим ћелијама бактерија. Биотехнологија налази при- мену, између осталог, у лечењу раније неизлечивих и смртоносних обољења, али, као у случају свих великих научних достигнућа, примена биотехнологије, ван самих научних истраживања, отвара бројне етичке недоумице које би требало да буду предмет сталне, отворене, критичке и, на чињеницама, утемељене дебате.

У активностима на достизању исхода *закључује о јединству живота и његовом заједничком пореклу на основу заједничких осо- бина живих бића* потребно је направити квалитативни отклон од досадашње праксе да се биологији приступа као низу изолованих, фрагментарних дескриптивних знања. Један од ефикасних начина је да наставник ученицима, ослањајући се на њихово предзнање, понуди одговарајуће биолошке едукативне или научно-популарне текстове или филмове, да их ученици у индивидуалном и групном раду проуче и кроз дискусију идентификују све заједничке особине живих бића које се у датом материјалу могу препознати, као нпр. метаболизам, развиће, раст, хомеостаза, адаптација и еволуција.

Хомеостазу би требало представити као својство и других ни- воа организационе сложености живих бића, а не само нивоа једин- ке. Појам повратне спреге требало би обрадити уз хомеостазу као основни принцип регулације. Метаболизам би требало представи- ти као претварање супстанце (материје) и промет/проток и претва- рање енергије и повезати, пре свега, са исхраном, дисањем и из- лучивањем. Исхрану би требало класификовати по критеријумима порекла и облика усвојеног угљеника и порекла и облика енергије (аутотрофија и хетеротрофија, фототрофија и хемотрофија).

Еволутивне адаптације би требало приказати као настанак особина путем природне селекције. Суштина је да се уклоне за- блуде у вези са механизмима настанка еволутивних промена, који често укључују циљаност, усмереност и сврху (нпр. да би нешто постигли, организми су се у еволуцији развили на одређени начин) и слично.

Као начин провере достигнутости исхода, сваки ученик би могао, уз помоћ наставника, да одабере једну биолошку врсту и на њој истражи и објасни све наведене особине. Препорука је да врсте буду изабране тако да на нивоу одељења буде што шира по- кривеност различитих група према моделу „дрво живота”.

# Хемијска основа живота

У активностима на достизању исхода *ученик ће бити у ста- њу да доводи у везу основна својства живих бића са просторним и временским распоредом чинилаца њиховог окружења* нагласити да је једна од заједничких особина живих бића присуство воде у организму и да она има велики значај за опстанак живих бића.

Да би се разумело зашто је баш вода супстрат за одигравање жи- вотних процеса, а не нека друга супстанцa, треба сликовито обја- снити како из структурних особености молекула воде, произилазе њене биолошке функције. Илустрације структуре молекула воде и њених својстава су свима доступне на интернету у облику видео клипова и кратких филмова (youtube), због чега је могуће да на- ставник води и надгледа процес учења код ученика који би сами прикупљали и приказивали занимљиве појаве у вези структуре и својстава воде.

За еволуцију живих бића на Земљи слободни кисеоник је не- обично значајан. Према зависности од кисеоника, жива бића се могу условно поделити на аеробне и анаеробне. Аеробни органи- зми живе у присуству кисеоника и користе га за ефикасније ис- коришћавање енергије из процеса разградње органских молекула (хране) него што су то чинили, и данас чине, анаеробни органи- зми. Ову чињеницу би требало објаснити као адаптацију, особи- ну обликовану природном селекцијом. С друге стране, кисеоник у облику озона образује слој у високим слојевима атмосфере који смањује продор ултраљубичастог зрачења са Сунца до површине Земље и тако штити велике органске молекуле, присутне у живим бићима, од разарања. Тако је појава фотосинтетичких организама, довела до настанка Земљине атмосфере какву познајемо данас и посредно, кроз образовање озонског омотача, омогућила прелазак живих организама из водене средине на копно. Овакав приступ значају кисеоника, омогућава ученицима разумевање степена ин- тегрисаности живих бића са окружењем и значаја ангажовања у активностима везаним за заштиту животне средине од загађивања, конкретно, од загађења материјама које уништавају озон у атмо- сфери. У обради ове теме требало би подстицати ученике да при- мењују знања која су стекли на настави хемије.

Сва специфичност материје која чини живи свет, директна је последица специфичних структурних својстава угљениковог ато- ма, која га чине способним да гради велики број разноврсних ве- ликих молекула, тзв. органске (биолошке) молекуле.

У активностима на достизању исхода *разврста биолошки ва- жне макромолекуле према њиховој улози у остваривању живот- них функција,* тежиште је на основним својствима макромолекула која омогућавају њихову биолошку функцију. Присуство биома- кромолекула указује на заједничко порекло и биохемијско једин- ство живог света. Требало би обрадити хемијски састав ћелије на елементарном нивоу: микро и макроелементе, основне улоге ли- пида уз показивање илустрација њихове грађе; појмове мономер и полимер (за објашњавање њиховог односа и чињенице да су сва жива бића грађена од истих градивних блокова који се комбинују на различите начине, могу се користити анимације, илустрације, лего коцкице итд.); основне биолошке улоге угљених хидрата уз показивање илустрација њихове грађе (моно-, ди- и полисахари- ди; глукоза, скроб, гликоген, целулоза, хитин); основне улоге про- теина (на интернету је доступно обиље илустрација и анимација које могу да се употребе за вођено учење о директној вези изме- ђу улоге у ћелији-организму и просторне организације протеина, њихове величине, еластичности и специфичности; основна свој- ства и улоге нуклеинских киселина (структура РНК ланца се може приказати као једноланчани полинуклеотид са окосницом и кодом као чешаљ); способност различитих РНК да кодирају/декодирају примарну структуру себи сличних молекула − ДНК и од себе ра- зличитих молекула – протеини, може се илустровати принципом комплементарности азотних база два ланца нуклеотида, РНК-РНК и РНК-ДНК; комплементарност РНК нуклеотида се може предста- вити као просторно уклапање А са У и Г са Ц формирањем слабих водоничних веза између њих; илустрације структуре и анимаци- је процеса у којима учествују различити РНК молекули у синтези протеина су доступне на интернету, тако да о структури и функ- цији РНК ученици могу да сазнају кроз процес вођеног, релатив- но самосталног учења; просторна структура ДНК, као двострука спирала, репликација, транскрипција и транслација, уз коришћење израза дуплирање, преписивање и превођење наследне информа- ције, могу се обрадити коришћењем доступних илустрација, мо- дела и анимација на интернету; требало би увести појам мутација

као могућу грешку током дуплирања). У циљу успешнијег разуме- вања структуре и функције ових молекула, препорука је подстица- ње ученика да, користећи различите материјале, самостално или у тиму, моделирају ове молекуле, као и да на моделима приказују мутације и њихове ефекте (ово се може одрадити и кроз пројектну активност).

# Основе ћелијске грађе и функције

У реализацији теме *Основе ћелијске грађе и функције,* тј. достизању исхода *упоређује прокариотску и еукариотску ћелију на основу биохемијских, анатомских и морфолошких карактери- стика* и *доведе у везу утицај чинилаца из спољашње и унутра- шње средине са динамиком* ћелијских процеса*,* с обзиром да су се ученици у основној школи упознали са елементима грађе, по- требно је више пажње посветити различитим структурама ћелија у контексту њихове функције и разноврсности, као и основним биохемијским разликама прокариотских и еукариотских ћелија. Потребно је повезати функције делова еукариотске ћелије са ће- лијским метаболизмом, истаћи филогенетско порекло појединих делова ћелије, као што су хлоропласти, митохондије (теорија ен- досимбиозе) и унутарћелијског система мембрана. Требало би структурне и физичке особине мембране довести у везу са функ- цијом: транспорт у ћелију и ван ње, флексибилност у функцији промене облика мембране (егзо и ендоцитоза, кретање). Основ- не облике кретања кроз мембрану би требало обрадити уз доста примера и задатка. Селективну пропустљивост мембране и значај осмозе би требало повезати са знањима физике и хемије. Требало би увести појмове осмотски потенцијал и тургор и обрадити пла- змолизу код биљне ћелије.

Кроз практичан рад или демонстрацију уз осмозу могу се обрадити: посматрање плазмолизе на мироскопском препарату биљних ћелија, мерење осмозе (нпр. комадиће кромпира исте ве- личине и облика убацујемо у растворе различите концентрације соли, па их меримо). Кроз истраживање се може обрадити питање: Зашто конзервирамо месо сољењем?

# Структура, пренос и експресија наследне информације

У активностима за достизање исхода *ученик ће бити у ста- њу да доведе у везу механизме преноса и експресије генетичке информације са физиолошким процесима и процесима у развићу сложеног вишећелијског организма* се треба ослонити на стечена знања о структури, преносу и експресији наследне информације, укључујући и грађу и улоге протеина. Нагласак треба да буде на томе да ученици разумеју механизме репликације, транскрипције, транслације и регулације активности гена као основе за разуме- вање процеса развића и физиолошке регулације функционисања сложеног вишећелијског организма. У првом плану треба да буде концепт да се физиолошка хомеостаза у ћелијама сложених орга- низама регулише на молекуларном нивоу, путем сукцесивног акти- вирања и инхибиције транскрипције појединих гена, под утицајем различитих сигнала унутар ћелије, примљених од других ћелија или спољашње средине. Механизме репарације ДНК треба обра- дити информативно, при чему треба више истаћи значај репара- ције, нарочито код сложених организама, који имају дуже време генерације и мању стопу променљивости.

У достизању исхода *ученик ће бити у стању да примерима илуструје примену савремених приступа, метода и техника у био- технологији,* ученици би требало да истраже убрзани развој моле- куларне биологије, и биотехнологија које из ње происходе. Притом им треба посебно скренути пажњу на значај конвергенције разво- ја савремених метода и техника молекуларне биологије (одређи- вања структуре нуклеинских киселина и протеина), са развојем рачунарске технике (процесорске снаге, меморије, мрежа и cloud- computing-a, вештачке интелигенције…), јер је управо у томе кључ експоненцијалног тренда у достигнућима савремене биологије. Препоручује се да ученици проуче главне аспекте и фазе у Про- јекту секвенцирања људског генома (The Human Genome Project), а нарочито кључне пробоје који су постигнути употребом вештачке

интелигенције. Области као што су секвенцирање генома, мета- геномика, мулти-омике (геномика, транскриптомика, протеомика, метаболомика, епигеномика…), анализа микробиома, употреба вештачке интелигенције у истраживањима и примени, биоинфор- матика, синтетичка биологија − захтевају интердисциплинарну са- радњу биолога, хемичара, физичара, математичара (статистичара, *data-scientists*) и IT-стручњака. Кроз различите облике активног учења о овим областима, ученици треба да стекну увид управо у ту интердисциплинарност, али и да је, кроз одговарајуће активно- сти, искусе. У групном раду, ученици могу да истраже најсавреме- нија достигнућа у овој области, као и њихову примену у индиви- дуализованој медицини (превентивној бризи о здрављу, заснованој на индивидуалним подацима, али и лечењу болести са већом или мањом наследном предиспозицијом…), пољопривреди и прои- зводњи хране, заштити и унапређењу животне средине, добијању нових материјала, енергетици итд. То је истовремено добра прили- ка да се ученици подстакну да размишљају о потенцијално новим применама ових достигнућа и технологија.

С обзиром на бројна етичка и друштвена питања која се ја- вљају при развијању и применама ових технологија, препоручује се да се посебна пажња посвети подизању свести код ученика о тим питањима, путем организовања дебата или на друге пригодне начине.

# Метаболизам на нивоу ћелије

У реализацији теме *Метаболизам на нивоу ћелије*, тј. у до- стизању исхода *ученик ће бити у стању да анализира главне ме- таболичке путеве и њихову улогу у одржавању равнотеже прои- зводње и потрошње енергије на нивоу ћелије и организма* треба се ослонити на стечена знања о принципима метаболизма, ензимима, фотосинтези и дисању. Сврсисходно је да се јасно истакне да ме- таболички процеси (биохемијске реакције) нису само трансформа- ције супстанци, тј. промене у домену хемијских веза и молекула, већ да је са њима нераскидиво повезан промет и трансформација енергије. Ученици треба да повежу катаболичке и анаболичке про- цесе главних метаболичких макромолекула (угљени хидрати, ма- сти, протеини) са ослобађањем и коришћењем хемијске енергије у катаболичким процесима, односно улагањем хемијске енергије (АТП и других облика) у анаболичким процесима. Треба истаћи особину ензима да међусобно спрегну егзергоне и ендергоне ре- акције, чиме се обезбеђује неопходна енергија за анаболичке реак- ције, као и за друге важне ендергоне процесе, као што су мембран- ски транспорт или механичко кретање. Није неопходно улазити у дефинисање појмова и изучавање једначина хемијске енергетике, већ овај део треба представити феноменолошки. Пре разматрања најважнијих метаболичких путева, добро је прво објаснити главне облике (складиштења) енергије у ћелији (редукциони потенцијал органских једињења и коензима, АТП и друга фосфорилисана је- дињења и електро-хемијске градијенте на мембранама, као посе- бан вид енергије). Потребно је истаћи улогу редокс-коензима, као важних енергетских преносилаца редокс-потенцијала (електрона) и енергије. Потом би требало обрадити најважније метаболичке процесе: светлу и тамну фазу фотосинтезе, гликолизу, Кребсов циклус, ланац дисања и оксидативну фосфорилацију, млечноки- селинско и алкохолно врење, β-оксидацију масних киселина. Уче- ници који желе могу да ураде и примере C4 и CAM фотосинтезе, глиоксилатни циклус, асимилацију и редукцију азота и сумпора. Не треба инсистирати да ученици меморишу називе интермедије- ра биохемијских путева по редоследу. Фокус треба ставити на ана- лизу биохемијских путева, при којој, посматрајући одговарајуће биохемијске шеме, ученици могу да препознају кључне догађаје.

Најважнији критеријуми за такву анализу су (у заградама су дати примери):

* везивање/асимилација новог угљениковог атома (прва, RubisCO реакција Калвиновог циклуса), насупрот ослобађања C атома (декарбоксилација пирувата и две реакције у Кребсовом циклусу) или скраћења угљеничног низа („сечење” фруктозо-бис- фосфата у гликолизи или скраћење масне киселине за једну C2 је-

диницу у β-оксидацији),

* оксидација или редукција угљеникових атома помоћу ре- докс коензима (у гликолизи, Кребсовом циклусу, β-оксидацији, Калвиновом циклусу),
* трансформације облика енергије у светлој фази фотосинте- зе, односно у оксидативној фосфорилацији или гликолизи (из све- тлости у редокс потенцијал, из редокс-потенцијала у градијент H+ јона, па потом у АТП...);
* испитивање зависности брзине алкохолне ферментације од температуре, мерене преко количине ослобођеног угљен-диоксида. Завршна активност (систематизација) би могла бити да уче- ници анализирају и пореде, како би стекли ширу слику о повеза- ности метаболичких процеса, нпр: енергетски ефекат гликолизе и Кребсовог циклуса наспрам врења (кроз број АТП-а који се доби- ју/обнове катаболизмом једног молекула глукозе); колико је фото- на и електрона потребно да прође кроз ланац светле фазе, за ства-

рање једног молекула глукозе и слично.

# Осетљивост, комуникација и покретљивост на ћелијском нивоу

У реализацији теме осетљивост, комуникација и покретљи- вост на ћелијском нивоу тј. достизању исхода *ученик ће бити у стању да доведе у везу механизме унутарћелијске и међућелијске комуникације са физиолошким процесима и процесима у развићу сложеног вишећелијског организма* активности би требало усме- рити тако да ученици направе разлику између сигнала који треба да произведу брзи ефекат (нпр. реакција чулне или нервне ћелије) и оних чије дејство треба да буде дуготрајније (нпр. дејство пол- них хормона или морфогена током развића). Требало би на одгова- рајућим примерима обрадити, без инсистирања на детаљима:

* 1. пренос сигнала са спорим/дуготрајнијим ефектом, који обично делује посредством промене у активности гена (нпр. деј- ство неког стероидног хормона или морфогена у развићу),
  2. пренос „брзих” сигнала, где су рецептори обично на мем- брани, а механизам подразумева секундарне унутарћелијске гла- снике и биохемијску или биофизичку промену (нпр. у ћелијама мрежњаче, мишића или при дејству инсулина/глукагона на ћели- је јетре). Посебно треба обрадити потенцијал мировања, акциони потенцијал и његово преношење, као и функсционисање синапси. За биљне ћелије, погодни примери су фитохромски систем, гибе- релини и регулација раста/мировања односно вегетативне/репро- дуктивне фазе (за „споре” преносе и реакције), односно фототро- пин, фототропизам/ фотонастије и рад ћелија стоминог апарата (за

„брзи” пријем, трансдукцију сигнала и реакцију).

Посебно се препоручује сарадња са наставницима математи- ке и програмирања у планирању интердисциплинарних часова и/ или пројектне наставе на теме неуронских мрежа и вештачке инте- лигенције, као и бионике, укључујући повезивање нервног систе- ма са рачунаром (нпр. у помоћи људима с ограниченом покретљи- вошћу – *BCI – brain-computer interface*). Слично као и код теме о молекуларно-биолошким технологијама, и овде је важно посвети- ти пажњу етичким и друштвеним аспектима.

У достизању исхода *ученик ће бити у стању да повеже основне механизме покретљивости и транспорта на ћелијском нивоу са физиолошким процесима и процесима у развићу сложе- ног вишећелијског организма* ученици би требало да истраже: ме- ханизам којим миозин, актин и други придружени протеини коор- динисано функционишу у претварању хемијске енергије АТП-а у механичко кретање (мишићне ћелије), функцију елемената ћелиј- ског скелета при амебоидном кретању, цитокинези, кретању хро- мозома, покретању бичева и трепљи, везикуларном транспорту и сл. Ученицима треба указати на разноврсност функција на нивоу организма, које се све заснивају на малом броју специфичних ће- лијских механизама.

# Ћелијски циклус и деобе

У активностима за достизање исхода *ученик ће бити у стању да тумачи шеме ћелијског циклуса и ћелијских деоба еукариота у контексту раста и размножавања*, тежиште је на променама које

се одвијају током ћелијског циклуса, највише на активностима ДНК и начину расподеле наследног материјала током деоба. Уче- ници би помоћу шема ћелијског циклуса или анимација били у стању да разумеју процесе који се одвијају током ћелијских деоба (митозе, мејозе) и периода између деоба и да их посматрају као континуиран след догађаја.

Важно је да ученици у оквиру ове теме проуче организацију генетичког материјала у ћелији: хроматин, хромозом (хроматиде; хаплоидан и диплоидан број). Требало би нагласити важност ре- пликације ДНК као предуслова за поделу ћелија, односно зашто је важно да ћелије после деобе имају прецизно ископиране молекуле ДНК. Митозу би требало обрадити у функцији раста и регенера- ције ткива код вишећелијског организма. Мејозу би требало обра- дити у функцији настанка хаплоидних ћелија (гамета, односно га- метофита) са нагласком на рекомбинацијама, као узроку генетичке варијабилности, случајном комбиновању при одвајању хомолог- них хромозома и редукцији броја хромозома.

При изучавању ћелијског циклуса и његове регулације, по- себну пажњу треба посветити улози регулације у развићу, размно- жавању и физиологији вишећелијског организма.

# Основи генетике

У реализацији теме Основи генетике, тј. за достизање исхода *ученик ће бити у стању да повеже Менделове законе наслеђива- ња са карактеристикама мејотичке поделе хромозома, посебно на примерима генетике човека,* потребно је почети са историјом иде- је о наслеђивању особина са освртом на теорију мешаног наслеђи- вања, са акцентом на Менделова истраживања и законитости која су означила почетак класичне генетике. Свакако треба споменути и каснија значајна открића везана за ову област као откриће хро- мозома и секундарне структуре ДНК.

У обради треба повезати знања о ћелијским деобама и Мен- делова правила у погледу поделе хромозома у мејози и њиховим комбиновањем. Поред генских, треба обрадити и о хромозомске мутације на нивоу феномена (на примерима објаснити промене у структури и броју аутозома и броју полних хромозома, без улаже- ња у детаље). Потребно је увести нове појмове као: алел, генотип, фенотип генски локус, хомозигот, хетерозигот, кариотип, карио- грам, геном, структурни и регулаторни гени у геному еукариота, генетичко инжењерство, клонирање. У обради интеракције алела, поред доминантно рецесивне треба говорити и о непотпуној доми- нанси и кодоминанси, на примерима.

Ученици могу да раде задатке примене Менделових правила у наслеђивању особина пре свега код људи, израдом генетичких дијаграма или родослова:

* одређивање могућих генотипова особа у оквиру стабла, ако су познати фенотипови неких чланова,
* предвиђање пропорције генотипова/ фенотипова или мо- гућност њихове појаве у потомству, а игром са куглицама различи- тих боја које извлаче из две посуде, може се потврдити пропорција добијених генотипова у потомству, предвиђену употребом гене- тичког дијаграма,
* анализа присуства доминантних и рецесивних особина (фенотипова) код сваког ученика у одељењу кроз индивидуалан рад, одређивање могућих генотипова и анализа на нивоу одељења (Који преовлађују? Зашто?). У овој активности је важно анализи- рати учесталост и образац наслеђивања облика скалпа обзиром да је рецесивна варијанта (раван скалп) чешћа. Тако ће се појаснити да су доминантност и рецесивност појмови везани за интеракције између алела у генотипу, а не за учесталост варијанте особине у популацији.

У достизању исхода *ученик ће бити у стању да разликује ге- нетичку и фенотипску варијабилност*, треба ставити акценат на изворе генетичке варијабилности, мутације и рекомбинације. Ва- жно је истаћи значај постојања генетичке варијабилности у кон- тексту еволуције.

Путем интернета се могу истражити најчешћи синдроми код човека који су последица промене у броју или структури хромозо- ма (клиничка слика, учесталост, пренатална дијагностика).

Што се тиче фенотипске варијабилности, треба истаћи утицај средине на развиће особина. Треба увести појам фенотипске пла- стичности, као опште својство фенотипа, као могућност да један генотип може у различитим условима средине да оствари више фенотипова, са примерима (хетерофилија, телесна висина...).

У активности на достизању исхода *ученик ће бити у стању да графички прикаже и анализира одабране примере фенотипске варијабилности* треба увести појмове квалитативих и квантита- тивних особина, као и начине дистрибуције особина у популацији. Треба их илустровати примерима кроз задатке, као на пример:

* израда и спровођење анкете у вези са присуством неке ква- литативне особине код свих ученика у одељењу (кружно/уздужно савијање језика, укрштање шака, облик скалпа...),
* мерење дужине нпр. средњег прста или телесне висине свих ученика, формирање неколико категорија дужине и евиден- тирање броја ученика у оквиру сваке категорије; израчунавање средње вредности и графичко приказивање расподеле вредности у одељењу; омогућавање ученицима да уоче да квалитативне особи- не имају дискретну, а квантитативне континуирану дистрибуцију,
* графичко приказивање оба истраживања са закључцима у вези варирања ових особина.

# Увод у еволуциону биологију

Као увод у тему, еволуциону теорију ученицима треба пре- дочити на начин који прати историјски развој сазнања, јер им омогућава да увиде да различите научне теорије (нпр. Ламаркова и Дарвинова) објашњавају исте појаве на различите начине. Тако- ђе, овакав приступ омогућава да ученици схвате да је Дарвинова теорија еволуције прихваћена у научној заједници уз много отпо- ра. Прихваћена је после подробног преиспитивања и после много времена, тек после синтезе са Менделовом теоријом, доприноса Хардија и Вајнберга и, коначно, савремених генетичких и других открића. Прихваћена је због тога што је савремена наука најбоље објаснила чињенице и податке до којих је дошао Дарвин и то после 100 и више година од њиховог објављивања у „Постанку врста”.

Обрада градива може да започне кратким упознавањем уче- ника са историјом идеја о непроменљивости, односно, променљи- вости врста, закључно са објашњењем хипотеза изнетим у Ламар- ковој и Дарвиновој теорији као комплетним теоријама еволуције насталим у доба савремене науке. Дарвинову теорију је важно пре- дочити као 5 независних хипотеза изложених у „Постанку врста” (1859): Хипотеза о еволуцији, Хипотеза о заједничком пореклу (претку) свих врста, Хипотеза о природној селекцији као главном механизму еволуције, Хипотеза о популационој специјацији и Хи- потеза о постепености промена (градуализму).

На припремљеном обрасцу (табели), ученици могу да наведу Ламаркове и Дарвинове хипотезе о: променљивости врста, ини- цијатору промена особина, механизму промена особина, начину настанка врста, изумирању врста и међусобној повезаности врста. Затим, кроз дискусију/дебату, на основу онога што већ знају о вр- стама, ученици треба самостално да вреднују Ламаркове и Дар- винове одговоре на питања: Да ли су врсте изумирале у историји света? Да ли су врсте међусобно повезане? Да ли се свака врста неминовно усложњава и расте? итд.

Активности у достизању исхода *ученик ће бити у стању да идентификује начин на који основни еволуциони механизми ути- чу на генетичку структуру популације* повезане су са кључним појмовима: Харди – Вајнбергова равнотежа, Популација, Генски фонд, Генетичка структура популације и Неслучајно укрштање и учесталост генотипова. Важно је да наставник ученицима предочи савремену теорију еволуције као синтезу Дарвинове теорије ево- луције путем природне селекције са Менделовом теоријом парти- куларног наслеђивања, у којој су велику улогу одиграли Харди и Вајнберг. Односно, да се Харди – Вајнбергов принцип објасни као одговор на тврдњу Дарвинових савременика да је еволуција путем природне селекције немогућа због предвиђања (тада прихваћене) теорије мешаног наслеђивања, по којој се наследна варијабилност особина (предуслов за дејство природне селекције на еволуцију) брзо губи у популацијама у којима је присутна. Харди-Вајнбергов

принцип смештен у историјски контекст треба да омогући учени- цима да разумеју зашто савремена теорија еволуције третира по- пулације као генске фондове и еволуцију као промену генетичке структуре популације, услед дејства различитих еволуционих ме- ханизама.

Међу еволуционим механизмима важно је поменути неслу- чајно укрштање, иако оно не мења учесталости алела, због дејства које има на учесталост генотипова. Тако би ученицима било ка- сније јасно зашто код већине врста (биљака и животиња) чешће запажамо странооплодњу, односно, дејство селекције против са- мооплодње и укрштања у сродству.

Ученицима треба омогућити да разумеју како различити на- чини нарушавања предуслова за остваривање Харди-Вајнбергове равнотеже генеришу различите еволуционе механизме (факторе еволуције), као и да различити фактори еволуције мењају генетич- ку структуру популације на различите начине. Прикладна табела (образац, игра) треба да има за циљ да ученици сваки еволуциони механизам (природна селекција, сексуална селекција, генетички дрифт, проток гена, мутације, неслучајно укрштање) повежу са начином на који нарушава предуслове Харди-Вајнбергове равно- теже и начином на који мења генетичку структуру популације (на пример, генетички дрифт – узрок: родитељски гамети нису репре- зентативни узорак генетичке структуре популације у датом тре- нутку – последица: учесталости алела се кроз генерације мењају насумично). За ученике с посебним способностима за математику је свакако прикладно да еволуционе механизме разумеју кроз од- говарајуће математичке моделе, ради чега се препоручује сарадња с наставницима математичких предмета. Притом, треба водити ра- чуна да се стално имају на уму биолошки контекст и специфично- сти, јер једноставни модели могу да их потцене или занемаре.

Активности у достизању исхода *ученик ће бити у стању да идентификује след догађаја током процеса адаптација на ода- браним примерима* су повезане са кључним појмом адаптација. Наставник треба да осмисли активности које ученицима олакша- вају разумевање процеса адаптације као еволуцију под дејством природне селекције у датим срединским околностима. Ученици треба да уоче да је след догађаја у адаптивној еволуцији следећи: промена средине иницира промену учесталости постојећих вари- јанти особина, што, ако се варијанте наслеђују, доводи до еволу- ције (мењања популације). Такође, важно је појаснити да је термин адаптација резервисан само за оне особине врста које обликује природна селекција тако што повећава њихову учесталост због по- зитивног ефекта који имају на преживљавање/репродукцију у да- тим околностима. Односно, да еволуцију многих, селективно не- утралних особина, воде други еволуциони механизми (на пример, облик скалпа еволуира путем генетичког дрифта).

Један од најпознатијих добро документованих примера ево- луције путем природне селекције је „индустријски меланизам”, промена боје лептира *Biston betularia* у Енглеској од краја 19. века до данас, из светле у тамну па опет у светлу. Ова појава се може симулирати игром. Ученици треба да припреме два велика хамера, један шарени један бели, и педесетак или више шарених и белих кругова (или лептира) на картонској подлози. Игра би на часу за- почињала разбацивањем једнаког броја белих и шарених кругова по једном од хамера. Задатак сваког играча (предатора) би био да за 5 секунди ухвати што више кругова. После сваког изловљавања, на хамер треба додати неки број кругова у боји која је боље „пре- живљавала” (симулација „круга” репродукције) и, на крају, диску- товати промену која се уочава. Исто треба да се понови и са дру- гим хамером (са другом групом ученика); треба да се укључи што више играча на сваком од хамера, док се скоро потпуно не „истре- бе” шарени кругови на белом и бели кругови на шареном хамеру. Оваква, или слична, игра би помогла ученицима да разумеју и да су адаптације условљене контекстом, односно, да иста варијанта особине може да буде адаптација у једној и штетна особина (мала- даптација) у другој средини.

Активности у достизању исхода *ученик ће бити у стању да повеже деловање природне селекције са настанком нових врста* повезано је са кључним појмовима: специјација, биолошки кон- цепт врсте и вештачка селекција. Специјацију треба представити

ученицима као трајну поделу делова истог генског фонда (попу- лације) услед процеса адаптације на различите еколошке нише (станишта) и као кључни догађај у настанку биодиверзитета. При томе је важно објаснити улоге селекције наследне варијабилности у различитим еколошким нишама и прекида или смањења протока гена у еволуцији пре и постзиготних механизама изолације. Ова- кав приступ може да омогући ученицима да разумеју зашто биоло- шки концепт дефинише врсту као изолован генски фонд.

При обради садржаја везаних за еволуцију под утицајем човека, поред доместикације и вештачке селекције, треба обра- тити пажњу и на спонтану еволуцију, без људске намере (појава синантропних врста, патогених организама и вируса и сл.), али и потпуно ново поље људског деловања – утицај савремених био- технологија, а посебно синтетичке биологије. Неке од кључних речи за претагу су: *synthetic biology, transgenic organisms, synthetic/ designed proteins, synthetic/designed biochemical pathways, synthetic/ designed organisms, organoids, bioprinted organs, xenobots.*

У сарадњи са колегама других стручних већа треба осмисли- ти начин да се повежу догађаји у историји живота са догађајима у историји Планете, путем нпр. израде паноа, постера или табеле. Самосталан рад ученика коришћењем ИКТ на прикупљању фото- графија фосила, допринео би развоју и многих међупредметних компетенција (целоживотно учење, дигитална компетенција, са- радња, рад са подацима и информацијама, комуникација). Осим фосилних налаза, који документују нестанак врста и прелазне облике у настанку постојећих, важно је да наставник нађе начин да, у контекст доказа еволуције, смести и еволуцију отпорности бактерија на антибиотике, инсеката и биљака на пестициде, и ве- штачку селекцију (паса, говеда, кокошака...).

Исходи *ученик ће бити у стању да сарађује у тиму, пошту- јући разлике у мишљењу и интересима, дајући лични допринос постизању договора* и *критички процени сопствени рад и рад са- радника у групи* су развојни, предметни и међупредметни и треба их планирати и радити на њиховом достизању уз остале исходе.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици парти- ципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд.

Да би вредновање било објективно и у функцији учења, по- требно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања,

|  |  |
| --- | --- |
| Ниво исхода | Одговарајући начин оцењивања |
| Памћење(навести, препознати, идентификовати...) | Објективни тестови са допуњавањем кратких одговора, задаци са означавањем, задаци вишеструког избора, спаривање појмова |
| Разумевање (навести пример, упоредити, објаснити, препричати...) | Дискусија на часу, мапе појмова, проблемски задаци, есеји |
| Примена (употребити, спровести, демонстрирати...) | Лабораторијске вежбе, проблемски задаци, симулације |
| Анализирање (систематизовати, приписати, разликовати...) | Дебате, истраживачки радови, есеји, студије случаја, решавање проблема |
| Евалуирање (проценити, критиковати, проверити...) | Дневници рада ученика, студије случаја, критички прикази, проблемски задаци |
| Креирање (поставити хипотезу, конструисати, планирати...) | Експерименти, истраживачки пројекти |

као и оцењивање са његовом сврхом:

|  |  |
| --- | --- |
| Сврха оцењивања | Могућа средства оцењивања |
| Оцењивање наученог (сумативно) | Тестови, писмене вежбе, извештаји, усмено испитивање, есеји |
| Оцењивање за учење (формативно) | Посматрање, контролне вежбе, дијагностички тестови, дневници рада ученика, самоевалуација, вршњачко оцењивање, практичне вежбе |

За сумативно оцењивање разумевања и вештина научног ис- траживања ученици би требало да решавају задатке који садрже неке аспекте истраживачког рада, да садрже новине тако да учени- ци могу да примене стечена знања и вештине, а не само да се при- сете информација и процедура које су запамтили, да садрже захте- ве за предвиђањем, планирањем, реализацијом неког истраживања и интерпретацијом задатих података. У вредновању наученог, по- ред усменог испитивања, најчешће се користе тестови знања. На интернету, коришћењем кључних речи *outcome assessment (testing, forms, descriptiv/numerical)*, могу се наћи различити инструменти за оцењивање и праћење.

У формативном вредновању наставник би требало да про- мовише групни дијалог, користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје уче- ницима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује. Када је у питању нпр. практичан рад (тимски рад, пројектна настава, терен- ска настава и слично) може се применити чек листа у којој су при- казани нивои постигнућа ученика са показатељима испуњености, а наставник треба да означи показатељ који одговара понашању ученика.

У процесу оцењивања добро је користити портфолио (збиркa дoкумeнaтa и eвидeнциja o прoцeсу и прoдуктимa рада ученика, уз кoмeнтaрe и прeпoрукe) као извор података и показатеља о напре- довању ученика. Предности коришћења потрфолија су вишестру- ке: омогућава кoнтинуирaнo и систeмaтско прaћeњe нaпрeдoвaњa, подстиче развој ученика, представља увид у прaћeњe рaзличитих аспеката учења и развоја, представља подршку у оспособљавању ученика за самопроцену, пружа прецизнији и поузданији увид у различите oблaсти постигнућа (јаке и слабе стране) ученика.

Приликом сваког вредновања постигнућа потребно је уче- нику дати повратну информацију која помаже да разуме грешке и побољша свој резултат и учење. Ако наставник са ученицима до- говори показатеље на основу којих сви могу да прате напредак у учењу, а који су у складу са *Правилником о оцењивању ученика у средњем образовању и васпитању*, ученици се уче да размишљају о квалитету свог рада и о томе шта треба да предузму да би свој рад унапредили. Оцењивање тако постаје инструмент за напредо- вање у учењу. На основу резултата праћења и вредновања, зајед- но са ученицима треба планирати процес учења и бирати погодне стратегије учења.

Важно је да наставник континуирано прати и вреднује, осим постигнућа ученика, процес наставе и учења, себе и сопствени рад. Све што се покаже добрим и ефикасним треба и даље кори- стити у наставној пракси, а све што се покаже као недовољно ефи- касно требало би унапредити.

# АНАЛИЗА СА АЛГЕБРОМ

Циљ учења Aнализе с алгебром јесте да ученици стекну ма- тематичке компетенције (знања, вештине и вредносне ставове) које су потребне за схватање појава и законитости у природи и друштву, да ученике оспособи за примену усвојених математич- ких знања у решавању разноврсних проблема из животне праксе, да их припреми за настављање математичког образовања, као и за изучавање оних наука и њихових примена у којима се математи- ка (посебно, анализа и алгебра) користи и да допринесе развија- њу менталних способности, формирању научног погледа на свет и свестраном развитку личности ученика.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем математике ученик је оспособљен да мисли мате- матички, овладао је математичким знањима и концептима и кри- тички анализира мисаоне процесе, унапређује их и разуме како они доводе до решења проблема. Развио је истраживачки дух, способност критичког, формалног и апстрактног мишљења, као и

дедуктивно и индуктивно мишљење и размишљање по аналогији. Развио је способност математичке комуникације и позитивне ста- вове према математици и науци уопште. Ученик примењује мате- матичка знања и вештине за решавање проблема из природних и друштвених наука и свакодневног живота, као и у професионалној сфери. Оспособљен је да стечена знања и вештине користи у да- љем школовању.

# Основни ниво

Ученик решава једноставнe математичке проблеме и описује основне природне и друштвене појаве. На основу непосредних ин- формација ученик уочава очигледне законитости, доноси закључке и директно примењује одговарајуће математичке методе за реша- вање проблема. Израчунава и процењује метричке карактеристике објеката у окружењу. Процењује могућности и ризике у једностав- ним свакодневним ситуацијама. Ученик користи основне матема- тичке записе и симболе за саопштавање решења проблема и тума- чи их у реалном контексту.

# Средњи ниво

Ученик решава сложеније математичке проблеме и описује природне и друштвене појаве. Оспособљен је да формулише пи- тања и претпоставке на основу доступних информација, решава проблеме и бира одговарајуће математичке методе. Користи инфор- мације из различитих извора, бира критеријуме за селекцију по- датака и преводи их из једног облика у други. Анализира податке, дискутује и тумачи добијене резултате и користи их у процесу до- ношења одлука. Ученик просторно резонује (представља податке о просторном распореду објеката сликом или на менталном плану).

# Напредни ниво

Ученик решава сложене математичке проблеме и описује комплексне природне и друштвене појаве. Разуме математички језик и користи га за јасно и прецизно аргументовање својих ста- вова. Комплексне проблеме из свакодневног живота преводи на математички језик и решава их. Користи индукцију, аналогију, де- дукцију и правила математичке логике у решавању математичких проблема и извођењу закључака. Користи методе и технике реша- вања проблема, учења и откривања која су базирана на знању и искуству за постављање хипотеза и извођење закључака.

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Специфична предметна компетенција разврстана је у три до- мена: Математичко знање и резоновање, Примена математичких знања и вештина на решавање проблема и Математичка комуни- кација.

# Основни ниво

**Домен 1. Математичко знање и резоновање**

Уочава правилности у низу података и догађаја. Уочава и ту- мачи међусобне односе (повезаност, зависност, узрочност) подата- ка, појава и догађаја. Разуме основне статистичке појмове и препо- знаје их у свакодневном животу.

# Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема

Примењује једноставне математичке процедуре када су сви подаци непосредно дати. Израчунава и процењује растојања, оби- ме, површине и запремине објеката у равни и простору. Израчуна-

ва вероватноћу одигравања догађаја у једноставним ситуацијама. Доноси финансијске одлуке на основу израчунавања прихода, рас- хода и добити.

# Домен 3. Математичка комуникација

Комуницира математичким језиком који се састоји од појмо- ва, ознака, фигура и графичких репрезентација и разуме захтеве једноставнијих математичких задатака. Саопштава решења про- блема користећи математички језик на разне начине (у усменом, писаном или другом облику) и разуме изјаве изражене на исти начин. Тумачи изјаве саопштене математичким језиком у реалном контексту.

# Средњи ниво

**Домен 1. Математичко знање и резоновање**

Формулише математичка питања и претпоставке на основу доступних информација. Бира критеријуме зa селекцију и транс- формацију података у односу на модел који се примењује. Бира математичке концепте за описивање природних и друштвених по- јава. Представља сликом геометријске објекте, упоређује каракте- ристике и уочава њихове међусобне односе.

# Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема

Уме да примени математичка знања у анализи природних и друштвених појава. Бира оптималне опције у животним и про- фесионалним ситуацијама користећи алгебарске, геометријске и аналитичке методе. Уме да примени математичка знања у финан- сијским проблемима. Анализира податке користећи статистичке методе.

# Домен 3. Математичка комуникација

Разуме захтеве сложенијих математичких задатака. Бира ин- формације из различитих извора и одговарајуће математичке пој- мове и симболе како би саопштио своје ставове. Дискутује о ре- зултатима добијеним применом математичких модела. Преводи математичке формулације на свакодневни језик и обратно.

# Напредни ниво

**Домен 1. Математичко знање и резоновање**

Користи индукцију, аналогију и дедукцију у доказивању ма- тематичких тврђења и у анализирању математичких проблема. Користи законе математичке логике и одговарајуће математичке теорије за доказивање и вредновање ставова и тврдњи формулиса- них математичким језиком. На основу података добијених личним истраживањем или на други начин формулише питања и хипотезе.

# Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема

Уме да примени математичка знања у анализи комплексних природних и друштвених појава. Бира и развија оптималне страте- гије за решавање проблема

# Домен 3. Математичка комуникација

Користи математички језик при изношењу и аргументацији својих ставова и разуме захтеве сложених математичких проблема. Може да дискутује о озбиљним математичким проблемима.

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **4 часа**

Годишњи фонд часова **148 часова**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СТАНДАРДИ** | **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА** и  кључни појмови садржаја програма |
| 2.МА.1.1.1. Користи природне, целе, рационалне и реалне бројеве, различите записе тих бројева и преводи их из једног записа у други.  2.МА.1.1.2. Израчунава вредност бројевног израза у коме се појављују сабирање, одузимање, множење, дељење, степеновање и кореновање и при томе по потреби користи калкулатор или одговарајући софтвер. 2.MA.1.1.3. Примењује правила заокругљивања бројева и процењује вредност израза у једноставним реалним ситуацијама.  2.MA.1.1.4. Трансформише једноставне алгебарске изразе.  2.МА.1.1.5. Решава једноставне проблеме који се своде на линеарне и квадратне једначине.  2.МА.1.1.6. Решава једноставне проблеме који се своде на линеарне неједначине и једноставне квадратне неједначине.  2.МА.1.1.7. Решава једноставне проблеме који се своде на систем две линеарне једначине са две непознате.  2.МА.1.1.8. Зна и разуме основне логичке и скуповне операције и користи их.  2.МА.1.2.1. Разуме концепте подударности и сличности геометријских објеката, симетрије, транслације и ротације у равни.  2.МА.1.2.4. Користи координатни систем за представљање једноставних геометријских објеката у равни.  2.МА.1.3.1. Препознаје правилност у низу података (аритметички и геометријски низ...), израчунава чланове који недостају, као и суму коначног броја чланова низа. 2.МА.1.3.2. Разуме појам, израчунава вредност, користи и скицира график линеарне, квадратне, степене, експоненцијалне, логаритамске и тригонометријских функција синуса и косинуса.  2.МА.1.3.3. Анализира графички представљене функције (одређује нуле, знак, интервале монотоности, екстремне вредности и тумачи их у реалном контексту). 2.МА.1.3.4. У функцијама које су представљене графички или табеларно, анализира, примењује  и приближно израчунава брзину промене помоћу прираштаја.  2.МА.2.1.2. Разуме појам комплексног броја, представља га у равни и зна основне операције са комплексним бројевима.  2.МА.2.1.3. Израчунава вредност израза у коме се појављују и елементарне функције и при томе по потреби користи калкулатор или одговарајући софтвер. 2.MA.2.1.5. Трансформише алгебарске изразе.  2.MA.2.1.6. Решава проблеме који се своде на једначине у којима се појављују елементарне функције.  2.МА.2.1.7. Решава квадратне и једноставне рационалне неједначине.  2.МА.2.1.8. Решава проблеме који се своде на системе линеарних једначина са највише три непознате.  2.МА.2.1.9. Зна и користи логичке и скуповне операције, исказни рачун и појам релације (посебно поретка и еквиваленције).  2.МА.2.2.5. Примењује тригонометријске функције у једноставним реалним ситуацијама.  2.МА.2.3.1. Решава проблеме користећи својства аритметичког и геометријског низа, примењује математичку индукцију и израз за суму бесконачног геометријског низа у једноставним случајевима.  2.МА.2.3.2. Разуме концепт конвергенције низа и израчунава граничну вредност низа у једноставним случајевима.  2.МА.2.3.3. Уме да скицира графике елементарних функција и да их трансформише користећи транслације и дилатације дуж координатних оса.  2.МА.2.3.4. Решава проблеме користећи основна својства функција (област дефинисаности, периодичност, парност, монотоност...).  2.МА.2.3.5. Разуме концепт непрекидности и израчунава једноставне граничне вредности функција.  2.МА.2.3.6. Разуме концепт извода функције и примењује га у проблемским ситуацијама.  2.МА.3.1.1. Комплексне бројеве представља у тригонометријском и експоненцијалном облику и рачуна вредност израза са комплексним бројевима. | * представи комплексaн број у тригонометријском облику и израчуна производ, количник, степен и корен комплексних бројева; * докаже тригонометријске идентитете применом комплексних бројева; * докаже одређена геометријска тврђења применом комплексних бројева; * одреди нуле и растави на чиниоце полиноме; * користи Вијетове формуле за полином *n*-тог степена; * користи особине полинома са реалним, односно целобројним коефицијентима; * реши систем једначина вишег степена; * одреди супремум и инфимум датог подскупа скупа реалних бројева; * разликује пребројиве и непребројиве скупове и докаже једноставнија тврђења у вези са њима; * примени аритметички и геометријски низ у различитим проблемима; * реши једноставнију диференцну једначину; * израчуна граничну вредност низа, анализира и интерпретира понашање низа; * примени теорему о монотоном и ограниченом низу; * одреди суму геометријског реда; * користи основна својства функција; * одреди сложену и инверзну функцију; * скицира графике основних елементарних функција; * израчуна граничне вредности функција; * одреди асимптоте функције; * решава проблеме користећи својства непрекидности функција; * одреди извод функције по дефиницији, као и применом правила диференцирања; * одреди једначину тангенте криве у датој тачки; * одреди изводе вишег реда; * анализира и образложи поступак решавања задатка и дискутује број решења; * користи математички језик за систематично и прецизно представљање идеја и решења; * доказује теореме и аргументује решења задатака; * проблеме из свакодневног живота преведе на математички језик и добијени математички модел реши водећи рачуна о реалном контексту; * користи дигиталне математичке алате при решавању проблема. | **ТРИГОНОМЕТРИЈСКИ ОБЛИК КОМПЛЕКСНОГ БРОЈА**  Тригонометријски облик комплексног броја; операције. Моаврова формула. Кореновање у скупу комплексних бројева. Примена комплексних бројева у геометрији. |
| **ПОЛИНОМИ**  Полиноми са комплексним коефицијентима. Основни став алгебре. Факторизација полинома. Вијетове формуле за полином n-тог степена. Полиноми са реалним коефицијентима. Полиноми са целобројним коефицијентима. Једначине и системи једначина вишег степена. |
| **АКСИОМАТСКО ЗАСНИВАЊЕ РЕАЛНИХ БРОЈЕВА**  Осврт на поље рационалних бројева. Својство непрекидности скупа реалних бројева. Децимално представљање реалних бројева. Густина скупова рационалних и ирационалних бројева. Пребројиви и непребројиви скупови. |
| **НИЗОВИ**  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 монотоном и ограниченом низу. Број *е*. Геометријски ред. |
| **РЕАЛНЕ ФУНКЦИЈЕ ЈЕДНЕ ПРОМЕНЉИВЕ**  Основна својства функција (дефинисаност, парност, монотоност, ограниченост, периодичност, нуле, знак...). Сложена функција. Инверзна функција. Преглед основних елементарних функција.  Гранична вредност функције. Основне операције са граничним вредностима функције. Асимптоте. Непрекидност функције. Својства непрекидних функција. |
| **ИЗВОД ФУНКЦИЈЕ**  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. Лајбницова формула. Диференцијал функције. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 2.MA.3.1.2. Израчунава вредност израза користећи својства операција и функција.  2.MA.3.1.3. Трансформише алгебарске изразе, доказује једнакости и неједнакости.  2.МА.3.1.4. Решава једначине са параметрима. 2.МА.3.1.5. Решава неједначине користећи основна својства елементарних функција.  2.МА.3.1.6. Решава системе линеарних једначина са и без параметара и једноставне системе нелинеарних једначина.  2.МА.3.2.5. Примењује тригонометријске функције у проблемима.  2.МА.3.3.1. Примењује математичку индукцију, аритметички и геометријски низ и израз за суму бесконачног геометријског низа у проблемским ситуацијама.  2.МА.3.3.2. Израчунава граничну вредност низа, анализира и интерпретира понашање низа података, изводи и интерпретира закључке.  2.МА.3.3.3. Користи елементарне функције за решавање проблема.  2.МА.3.3.4. Израчунава граничне вредности функција и решава проблеме користећи својства непрекидности функција. |  |  |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Основа за писање исхода и избор садржаја били су програми математичких предмета за претходне разреде, стандарди постиг- нућа ученика за крај обавезног основног и општег средњег обра- зовања, међупредметне компетенције, циљ учења Анализе са ал- гебром као и чињеница да се учењем анализе са алгебром ученици оспособљавају за: решавање разноврсних практичних и теориј- ских проблема, комуникацију математичких језиком, математичко резоновање и доношење закључака и одлука. Сам процес учења математике има своје посебности које се огледају у броју година изучавања и недељног броја часова предмета и неопходности кон- тинуираног стицања и повезивања знања.

Наставници у својој свакодневној наставној пракси, треба да се ослањају на исходе, јер они указују шта је оно за шта уче- ници треба да буду оспособљени током учења предмета у једној школској години. Исходи представљају очекиване и дефинисане резултате учења и наставе. Остваривањем исхода, ученици усва- јају основне математичке концепте, овладавају основним мате- матичким процесима и вештинама, оспособљавају се за примену математичких знања и вештина и комуникацију математичким је- зиком. Кроз исходе се омогућава остваривање и међупредметних компетенција као што су комуникација, рад са подацима и инфор- мацијама, дигитална компетенција, решавање проблема, сарадња и компетенција за целоживотно учење.

Ради лакшег планирања наставе даје се оријентациони пре- длог броја часова по темама. Предложени редослед тема није оба- везујући за наставнике, већ само представља један од могућих модела. Приликом израде оперативних планова наставник распо- ређује укупан број часова предвиђен за поједине теме по типовима часова (обрада новог градива, утврђивање и увежбавање, пона- вљање, проверавање и систематизација градива), водећи рачуна о циљу предмета и исходима.

Тригонометријски облик комплексног броја (15 часова) Полиноми (21 часова)

Аксиоматско заснивање реалних бројева (15 часова) Низови (31 часова)

Реалне функције једне променљиве (28 часова) Извод функције (24 часа)

Напомена: Планирана су три двочасовна и један четвороча- совни писмени задатак са једночасовним исправкама (14).

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Програм усмерава наставника да наставни процес конципира у складу са дефинисаним исходима, односно да планира како да ученици остваре исходе, и да изабере одговарајуће методе, актив-

ности и технике за рад са ученицима. Дефинисани исходи пока- зују наставнику и која су то специфична знања и вештине која су ученику потребна за даље учење и свакодневни живот. Приликом планирања часа, исходе предвиђене програмом треба разложити на мање и на основу њих планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму разликују, да се неки могу лакше и брже остварити, док је за одређене исходе потреб- но више времена, активности и рада на различитим садржајима. Исходе треба посматрати као циљеве којима се тежи током једне школске године. Наставу у том смислу треба усмерити на разви- јање компетенција, и не треба је усмерити само на остваривање појединачних исхода.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати, где год је то могуће, да уче- ници самостално откривају математичке правилности и изводе за- кључке. Основна улога наставника је да буде организатор настав- ног процеса, да подстиче и усмерава активност ученика. Ученике треба упућивати да користе уџбеник 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 инте- ресантнијом и ефикаснијом. Препоручује се коришћење интерак- тивних метода, пројектне, проблемске и истраживачке методе, рад на референтном тексту, (истраживање по кључним речима, појмо- вима, питањима), дискусију, дебату и др. Заједничка особина свих наведених метода је да оне активно ангажују ученика током наста- ве, а процес учења смештају у различите и разнолике контексте. Избор метода и облика рада, као и планирање активности учени- ка зависи од наставних садржаја које треба реализовати на часу и предвиђених исхода, али и од специфичности одређеног одељења и индивидуалних карактеристика ученика.

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

# Тригонометријски облик комплексног броја

Неопходно је подсетити ученике на својства и операције са комплексним бројевима и на комплексну раван. Нагласити погод- ност оперисања са комплексним бројевима у тригонометријском облику при множењу и дељењу, а нарочито при степеновању и кореновању. Доказати Моаврову формулу математичком индук- цијом. При свему инсистирати на геометријској интерпретацији и навести примере примене комплексних бројева у геометрији (нa пример: паралелност и нормалност правих, колинеарност, правил- ни многоуглови), као и на везе које постоје између изометријских трансформација у равни и операција са комплексним бројевима

(ротација – множење, транслација – сабирање, осна симетрија – конјуговање). Илустровати примену комплексних бројева у три- гонометрији (на пример извођење формула за изражавање sin*nx* и cos*nx* преко sin*x* и cos*x*). Урадити примере примене комплексних бројева за израчунавање разних сума (на пример применом бином- не формуле).

# Полиноми

Увести појам дељивости у прстену полинома са комплексним коефицијентима. Објаснити ученицима основни став алгебре. Кори- стити Вијетова правила за полиноме произвољног степена у разним примерима. Посебно треба проучавати својства полинома са реал- ним и полинома са рационалним коефицијентима. Треба инсистира- ти да ученици знају да докажу неке важне теореме када су ти докази једноставниjи (на пример да ако је комплексан број корен неког по- линома са реалним коефицијентима, онда је и њему конјугован број корен истог полинома). Својства полинома са реалним и са раци- оналним коефицијентима искористити за факторизацију полинома.

Поменути Карданов и Фераријев поступак за решавање јед- начина трећег и четвртог степена и то повезати са тригономе- тријским обликом комплексног броја. Треба упознати ученике са појмом трансцендентног броја и неким нерешивим проблемима којима су се бавили математичари кроз векове (трисекција угла, удвостручење коцке, квадратура круга).

Системе једначина вишег степена обрађивати кроз конкретне примере.

# Аксиоматско заснивање реалних бројева

Подсетити ученике на оно што је научено у првом разреду: на својства, као и на недостатке, скупова природних, целих и ра- ционалних бројева. Посебну пажњу обратити на она својства која се „чувају” при проширивању наведених скупова. Поновити дефи- ницију линеарног уређења, и затим, уз коришћење појмова дефи- нисаних у предмету Линеарна алгебра и аналитичка геометрија, објаснити алгебарске структуре различитих скупова бројева.

Указати ученицима да скуп рационалних бројева није непреки- дан (повезати са појмом непрекидности који су упознали у предмету Геометрија у првом разреду) и да је један од начина да проширимо скуп рационалних бројева до скупа реалних бројева, који има ово својство, увођење додатне аксиоме, аксиоме супремума. Ради лакшег одређивања супремума и инфимума у примерима, могу се доказати и ε-карактеризације ова два појма. Показати примере скупова који имају супремум, али немају максимум, и направити јасну разлику између ова два појма. Показати да се између свака два рационална броја налази бесконачно много рационалних бројева и доказати да је скуп рационалних бројева свуда густ у скупу реалних бројева.

Увести појам пребројивости скупа и доказати нека основна својства пребројивих скупова. Доказати да су скупови целих и ра- ционалних бројева пребројиви. Затим увести појам непребројивог скупа и доказати да је скуп реалних бројева непребројив. На крају, доказати или истаћи да се рационални бројеви могу изразити као бесконачно периодични децимални бројеви, а ирационални као бесконачно непериодични децимални бројеви.

# Низови

На подесним примерима објаснити појам низа као преслика- вања скупа *N* у скуп *R* уз графичку интерпретацију. Истаћи раз- не начине задавања низа. Ученици треба да увежбају испитивање основних особина низова (монотоност и ограниченост) на разне начине. Као значајне примере низова, подробније обрадити арит- метички и геометријски низ. Обрадити следеће типове линеарних диференцних једначина с константним коефицијентима: хомогене и нехомогене првог и другог реда. Појам граничне вредности низа демонстрирати најпре на једноставним примерима и инсистирати на доказивању конвергенције низа по дефиницији. Доказати за- тим основне теореме о граничним вредностима низа и кроз бројне примере увежбати примене тих теорема. Инсистирати на примени теореме о три низа код одређивања граничне вредности. Доказати

теорему о монотоном и ограниченом низу и кроз примере увежба- ти њену примену. Посебно, дефинисати број *e* и користити га у за- дацима. Ученици треба да разумеју да постоје бесконачни збирови који су конвергентни, као и они који то нису, посебно у случају геометријског реда.

# Реалне функције једне променљиве

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 графицима) елементарних функ- ција. Оспособити ученике да користећи график функције одреде њена елементарна својства.

Излагању о граничној вредности функције и њеним својствима, појму левог и десног лимеса, бесконачног лимеса и лимеса у беско- начности треба да претходи интуитиван приступ појму непрекидности функције. Увести појам асимптота функције, као и појам бесконачно мале функције. Посебно треба ученике упознати са неким важним ли- месима (пет лимеса о понашању основних елементарних функција), као и доказима добијених резултата. Задржати се на техници одређи- вања граничне вредности разних функција, користећи дефиницију, својства граничне вредности и важне лимесе и налажењу асимптота. Оспособити ученике да упоређује функције по брзинама растења и опадања. Показати везу између лимеса функције и лимеса низа.

Дефинисати непрекидност и извести основна својства не- прекидних функција. Истаћи чињеницу да је свака елементарна функција непрекидна у свакој тачки у којој је дефинисана. Ко- ши-Болцанова теорема о међувредности и Вајерштрасова теорема о ограничености су теореме које ученици треба да знају да приме- не пре свега у разним врстама једначина у којима треба одредити број решења, а које нису решиве елементарно.

# Извод функције

Прво ученике треба упознати са појмовима прираштаја неза- висно променљиве и прираштаја функције и, полазећи од пробле- ма тангенте на криву, дефинисати извод функције. Одредити изво- де основних елементарних функција и доказати основне теореме о изводу. Увежбати налажење извода елементарних функција. Уз по- јам диференцијала и његово геометријско значење требало би ука- зати и на његову примену код апроксимације функција. Одредити изводе вишег реда неких функција. Доказати Лајбницово правило за више изводе производа и применити га у задацима.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Саставни део процеса развоја математичких знања у свим фазама наставе је и праћење и процењивање степена остварености исхода, које треба да обезбеди што поузданије сагледавање развоја и напредовања ученика. Тај процес започети иницијалном проце- ном нивоа на коме се ученик налази. Прикупљање информација из различитих извора (свакодневна посматрања, активност на часу, учествовање у разговору и дискусији, самосталан рад, рад у гру- пи, тестови) помаже наставнику да сагледа постигнућа (развој и напредовање) ученика и степен остварености исхода. Свака актив- ност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације, а важно је ученике оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у учењу.

У процесу праћења и вредновања значајну улогу имају до- маћи задаци. Редовно задавање домаћих задатака (уз обавезну повремену проверу од стране наставника), анализа задатака које ученици нису умели да реше, педагошка мотивација ученика који редовно раде домаће задатке... помаже наставнику да стекне бољи увид у степен остварености исхода.

# ЛИНЕАРНА АЛГЕБРА И АНАЛИТИЧКА ГЕОМЕТРИЈА

Циљ учења Линеарне алгебре и аналитичке геометрије јесте да ученици стекну математичке компетенције (знања, вештине и

вредносне ставове) које су потребне за схватање појава и зако- нитости у природи и друштву, да ученике оспособи за примену усвојених математичких знања у решавању разноврсних проблема из животне праксе, да их припреми за настављање математичког образовања, као и за изучавање оних наука и њихових примена у којима се математика (посебно, линеарна алгебра и аналитичка геометрија) користи, и да допринесе развијању менталних способ- ности, формирању научног погледа на свет и свестраном развитку личности ученика.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем математике ученик је оспособљен да мисли матема- тички, овладао је математичким знањима и концептима и критички анализира мисаоне процесе, унапређује их и разуме како они дово- де до решења проблема. Развио је истраживачки дух, способност критичког, формалног и апстрактног мишљења, као и дедуктивно и индуктивно мишљење и размишљање по аналогији. Развио је способност математичке комуникације и позитивне ставове према математици и науци уопште. Ученик примењује математичка зна- ња и вештине за решавање проблема из природних и друштвених наука и свакодневног живота, као и у професионалној сфери. Оспо- собљен је да стечена знања и вештине користи у даљем школовању.

# Основни ниво

Ученик решава једноставнe математичке проблеме и описује основне природне и друштвене појаве. На основу непосредних ин- формација ученик уочава очигледне законитости, доноси закључке и директно примењује одговарајуће математичке методе за реша- вање проблема. Израчунава и процењује метричке карактеристике објеката у окружењу. Процењује могућности и ризике у једностав- ним свакодневним ситуацијама. Ученик користи основне матема- тичке записе и симболе за саопштавање решења проблема и тума- чи их у реалном контексту.

# Средњи ниво

Ученик решава сложеније математичке проблеме и описује природне и друштвене појаве. Оспособљен је да формулише пи- тања и претпоставке на основу доступних информација, решава проблеме и бира одговарајуће математичке методе. Користи инфор- мације из различитих извора, бира критеријуме за селекцију по- датака и преводи их из једног облика у други. Анализира податке, дискутује и тумачи добијене резултате и користи их у процесу до- ношења одлука. Ученик просторно резонује (представља податке о просторном распореду објеката сликом или на менталном плану).

# Напредни ниво

Ученик решава сложене математичке проблеме и описује комплексне природне и друштвене појаве. Разуме математички језик и користи га за јасно и прецизно аргументовање својих ста- вова. Комплексне проблеме из свакодневног живота преводи на математички језик и решава их. Користи индукцију, аналогију, де- дукцију и правила математичке логике у решавању математичких проблема и извођењу закључака. Користи методе и технике реша- вања проблема, учења и откривања која су базирана на знању и искуству за постављање хипотеза и извођење закључака.

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Специфична предметна компетенција разврстана је у три доме- на: Математичко знање и резоновање, Примена математичких знања и вештина на решавање проблема и Математичка комуникација.

# Основни ниво

**Домен 1. Математичко знање и резоновање**

Уочава правилности у низу података и догађаја. Уочава и ту- мачи међусобне односе (повезаност, зависност, узрочност) подата- ка, појава и догађаја. Разуме основне статистичке појмове и препо- знаје их у свакодневном животу.

# Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема

Примењује једноставне математичке процедуре када су сви подаци непосредно дати. Израчунава и процењује растојања, оби- ме, површине и запремине објеката у равни и простору. Израчуна- ва вероватноћу одигравања догађаја у једноставним ситуацијама. Доноси финансијске одлуке на основу израчунавања прихода, рас- хода и добити.

# Домен 3. Математичка комуникација

Комуницира математичким језиком који се састоји од појмо- ва, ознака, фигура и графичких репрезентација и разуме захтеве једноставнијих математичких задатака. Саопштава решења про- блема користећи математички језик на разне начине (у усменом, писаном или другом облику) и разуме изјаве изражене на исти начин. Тумачи изјаве саопштене математичким језиком у реалном контексту.

# Средњи ниво

**Домен 1. Математичко знање и резоновање**

Формулише математичка питања и претпоставке на основу доступних информација. Бира критеријуме зa селекцију и транс- формацију података у односу на модел који се примењује. Бира математичке концепте за описивање природних и друштвених по- јава. Представља сликом геометријске објекте, упоређује каракте- ристике и уочава њихове међусобне односе.

# Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема

Уме да примени математичка знања у анализи природних и друштвених појава. Бира оптималне опције у животним и про- фесионалним ситуацијама користећи алгебарске, геометријске и аналитичке методе. Уме да примени математичка знања у финан- сијским проблемима. Анализира податке користећи статистичке методе.

# Домен 3. Математичка комуникација

Разуме захтеве сложенијих математичких задатака. Бира ин- формације из различитих извора и одговарајуће математичке пој- мове и симболе како би саопштио своје ставове. Дискутује о ре- зултатима добијеним применом математичких модела. Преводи математичке формулације на свакодневни језик и обратно.

# Напредни ниво

**Домен 1. Математичко знање и резоновање**

Користи индукцију, аналогију и дедукцију у доказивању ма- тематичких тврђења и у анализирању математичких проблема. Користи законе математичке логике и одговарајуће математичке теорије за доказивање и вредновање ставова и тврдњи формулиса- них математичким језиком. На основу података добијених личним истраживањем или на други начин формулише питања и хипотезе.

# Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема

Уме да примени математичка знања у анализи комплексних природних и друштвених појава. Бира и развија оптималне страте- гије за решавање проблема

# Домен 3. Математичка комуникација

Користи математички језик при изношењу и аргументацији својих ставова и разуме захтеве сложених математичких проблема. Може да дискутује о озбиљним математичким проблемима.

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **4 часа**

Годишњи фонд часова **148 часова**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СТАНДАРДИ** | **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА** и  кључни појмови садржаја програма |
| 2.МА.1.1.1. Користи природне, целе, рационалне и реалне бројеве, различите записе тих бројева и преводи их из једног записа у други.  2.МА.1.1.2. Израчунава вредност бројевног израза у коме се појављују сабирање, одузимање, множење, дељење, степеновање и кореновање и при томе по потреби користи калкулатор или одговарајући софтвер. 2.МА.1.1.5. Решава једноставне проблеме који се своде на линеарне и квадратне једначине.  2.МА.1.1.7. Решава једноставне проблеме који се своде на систем две линеарне једначине са две непознате.  2.МА.1.2.1. Разуме концепте подударности и сличности геометријских објеката, симетрије, транслације и ротације у равни.  2.МА.1.2.2. Израчунава и процењује растојања, обиме и површине геометријских фигура у равни користећи формуле.  2.МА.1.2.3. Израчунава и процењује површине и запремине геометријских тела у простору, користећи формуле.  2.МА.1.2.4. Користи координатни систем за представљање једноставних геометријских објеката у равни.  2.МА.1.2.5. Препознаје криве другог реда.  2.МА.1.2.6. Разуме појам вектора, зна основне операције са векторима и примењује их.  2.МА.2.1.8. Решава проблеме који се своде на системе линеарних једначина са највише три непознате.  2.МА.2.2.3. Решава једноставне проблеме користећи једначину праве и криве другог реда.  2.МА.2.2.4. Примењује својства вектора при решавању проблема.  2.MA.3.1.2. Израчунава вредност израза користећи својства операција и функција.  2.МА.3.1.4. Решава једначине са параметрима. 2.МА.3.1.6. Решава системе линеарних једначина са и без параметара и једноставне системе нелинеарних једначина.  2.МА.3.2.2. Решава геометријске проблеме и доноси закључке користећи изометријске трансформације у равни и простору.  2.МА.3.2.3. Решава проблеме користећи једначине кривих другог реда и њихових тангенти у координатом систему.  2.МА.3.2.4. Примењује рачун са векторима (скаларни и векторски производ...). | * провери особине операција; * докаже да је дата структура група, прстен или поље; * реши једначину *а* \* *x* = *b* y пољу; * сабира и множи матрице; * одреди инверзну матрицу; * одреди степен квадратне матрице; * израчуна вредност и примени детерминанте; * примени Гаусов поступак и Крамерово правило за решавање система линеарних једначина са параметрима и без њих; * реши једноставније матричне једначине; * реши проблем који се своди на систем линеарних једначина; * одреди ранг матрице и примени га код решавања система линеарних једначина; * реши проблеме међусобних односа тачака и правих у координатној равни; * реши проблеме користећи једначине праве и кривих другог реда; * реши проблеме примењујући услов додира и једначину тангенте криве другог реда; * користи линеарне операције са векторима и примени њихова својства; * испита линеарну зависност скупа вектора; * одреди базу и димензију векторског простора; * користи трансформације координата за довођење једначине криве другог реда на канонски облик; * примени својства скаларног, векторског и мешовитог производа при решавању проблема; * реши проблеме међусобних односа тачака, правих и равни у простору *Е*3; * користи софтвере за илустрацију геометријских фигура и као помоћ у решавању геометријских проблема; * анализира и образложи поступак решавања задатка и дискутује број решења; * користи математички језик за систематично и прецизно представљање идеја и решења; * доказује математичке теореме и аргументује решења задатака; * проблеме из свакодневног живота преведе на математички језик и добијени математички модел реши водећи рачуна о реалном контексту. | **ГРУПЕ И ПОЉА**  Бинарна операција, групоид, група. Прстен, поље.  Једначина  *а* \* *x = b* y пољу. |
| **МАТРИЦЕ, ДЕТЕРМИНАНТЕ, СИСТЕМИ ЛИНЕАРНИХ ЈЕДНАЧИНА**  Матрице и операције са матрицама.  Дефиниција детерминанте, својства, израчунавање детерминаната.  Инверзна матрица, матричне једначине.  Систем линеарних једначина (СЛЈ) у пољу реалних бројева. Елементарне трансформације СЛЈ, еквивалентни СЛЈ. Гаусов метод за решавање СЛЈ. Крамерово правило.  Ранг матрице и Кронекер-Капелијева теорема. |
| **АНАЛИТИЧКА ГЕОМЕТРИЈА У РАВНИ**  Растојање двеју тачака, површина троугла. Разни облици једначине праве, угао између две праве, растојање тачке од праве. Прамен правих.  Круг, елипса, хипербола, парабола. Директрисе и ексцентрицитет. Тангента круга, елипсе, хиперболе и параболе. |
| **ВЕКТОРСКИ (ЛИНЕАРНИ) ПРОСТОРИ**  Дефиниција векторског простора. Векторски простор оријентисаних дужи. Линеарна комбинација вектора, зависност и независност. База и димензија векторског простора.  Трансформација координата вектора при промени базе у *R*2.  Довођење једначине криве другог реда на канонски облик. |
| **АНАЛИТИЧКА ГЕОМЕТРИЈА У ПРОСТОРУ**  Скаларни производ. Еуклидски простор *Е*3. Растојање, угао, ортогоналност. Правоугли координатни систем. Векторски и мешовити производ вектора.  Једначине правих и равни у простору. Растојање тачке од праве и равни, угао између две праве, две равни, праве и равни. |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Основа за писање исхода и избор садржаја били су програми математичких предмета за претходне разреде, стандарди постиг- нућа ученика за крај обавезног основног и општег средњег образо- вања, међупредметне компетенције, циљ учења Линеарне алгебре и аналитичке геометрије као и чињеница да се учењем линеарне алгебре и аналитичке геометрије ученици оспособљавају за: ре- шавање разноврсних практичних и теоријских проблема, комуни- кацију математичких језиком, математичко резоновање и доноше- ње закључака и одлука. Сам процес учења математике има своје посебности које се огледају у броју година изучавања и недељног броја часова предмета и неопходности континуираног стицања и повезивања знања.

Наставници у својој свакодневној наставној пракси, треба да се ослањају на исходе, јер они указују шта је оно за шта уче- ници треба да буду оспособљени током учења предмета у једној школској години. Исходи представљају очекиване и дефинисане резултате учења и наставе. Остваривањем исхода, ученици усва- јају основне математичке концепте, овладавају основним мате- матичким процесима и вештинама, оспособљавају се за примену математичких знања и вештина и комуникацију математичким је- зиком. Кроз исходе се омогућава остваривање и међупредметних

компетенција као што су комуникација, рад са подацима и инфор- мацијама, дигитална компетенција, решавање проблема, сарадња и компетенција за целоживотно учење.

Ради лакшег планирања наставе даје се оријентациони пре- длог броја часова по темама. Предложени редослед тема није оба- везујући за наставнике, већ само представља један од могућих модела. Приликом израде оперативних планова наставник распо- ређује укупан број часова предвиђен за поједине теме по типовима часова (обрада новог градива, утврђивање и увежбавање, пона- вљање, проверавање и систематизација градива), водећи рачуна о циљу предмета и исходима.

Групе и поља (12 часова)

Матрице, детерминанте, системи линеарних једначина (37 часова)

Аналитичка геометрија у равни (36 часова) Векторски (линеарни) простори (22 часа) Аналитичка геометрија у простору (29 часова)

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

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Програм усмерава наставника да наставни процес конципира у складу са дефинисаним исходима, односно да планира како да

ученици остваре исходе, и да изабере одговарајуће методе, актив- ности и технике за рад са ученицима. Дефинисани исходи пока- зују наставнику и која су то специфична знања и вештине која су ученику потребна за даље учење и свакодневни живот. Приликом планирања часа, исходе предвиђене програмом треба разложити на мање и на основу њих планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму разликују, да се неки могу лакше и брже остварити, док је за одређене исходе потреб- но више времена, активности и рада на различитим садржајима. Исходе треба посматрати као циљеве којима се тежи током једне школске године. Наставу у том смислу треба усмерити на разви- јање компетенција, и не треба је усмерити само на остваривање појединачних исхода.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати, где год је то могуће, да уче- ници самостално откривају математичке правилности и изводе за- кључке. Основна улога наставника је да буде организатор настав- ног процеса, да подстиче и усмерава активност ученика. Ученике треба упућивати да користе уџбеник 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 инте- ресантнијом и ефикаснијом. Препоручује се коришћење интерак- тивних метода, пројектне, проблемске и истраживачке методе, рад на референтном тексту, (истраживање по кључним речима, појмо- вима, питањима), дискусија, дебата и др. Заједничка особина свих наведених метода је да оне активно ангажују ученика током наста- ве, а процес учења смештају у различите и разнолике контексте. Избор метода и облика рада, као и планирање активности учени- ка зависи од наставних садржаја које треба реализовати на часу и предвиђених исхода, али и од специфичности одређеног одељења и индивидуалних карактеристика ученика.

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

# Групе и поља

Након подсећања на појам операције на неком скупу и на својства операција која су изучавана у првом разреду (Анализа са алгебром), увести појмове неутрал и инверз, као и појмове групо- ид и група. Ученицима скренути пажњу да су многе структуре које су до тада сретали групе (евентуално некомутативне). Доказати основна својства група (јединственост неутрала и инверза, инверз производа…) и показати на примерима како се доказује да је одре- ђени групоид група. Ученицима се, као пример, може увести и по- јам симетричне групе, као и појам цикличне (под)групе и повезати је са сведеним системима остатака и поретком елемента по датом модулу.

Увести појам прстена и нагласити заједничка својства прсте- на целих бројева и прстена полинома са реалним коефицијенти- ма, која су изучавана у првом разреду. Увести појам поља и дати примере како бесконачних, тако и коначних поља. Формулисати теорему која је практично доказана у другом разреду, да је скуп класа остатака целих бројева по простом модулу поље у односу на сабирање и множење тих класа.

Показати како се решава једначина облика *a* ⁎ *x* = *b* у некој групи или пољу (нпр. *Zp*). Као опис поступка решавања у некому- тативној групи може се урадити неколико примера решавања јед-

начине *f* ◦ *x* = *g* у симетричној групи.

# Матрице, детерминанте, системи линеарних једначина

Матрица на неком пољу може се дефинисати као уређена *n*-торка уређених *m*-торки, или као функција, али уз обавезно на- вођење примера где се природно појављују матрице (на пример код система линеарних једначина). Ученици треба да савладају најзна- чајније операције са матрицама и њихова својства, појам инверзне матрице, као и да решавају једноставније матричне једначине.

Увођење појма детерминанте и система линеарних једначи- на требало би да се базира на познатим системима од две, одно- сно три линеарне једначине са две, односно три непознате, где се природно појављују детерминанте другог, односно трећег реда. Упознати ученике са основним својствима детерминаната (од ко- јих нека могу и да се докажу), Сарусовим правилом и Лапласовим развојем детерминаната. У једноставнијим ситуацијама треба из- рачунавати и вредности детерминаната *n*-тог реда.

При решавању система линеарних једначина ученици треба да се служе Гаусовим поступком и Крамеровим правилом. Дефини- сати ранг матрице и применити га на решавања система линеарних једначина. Обрадити и системе једначина са параметром, а у једно- ставнијим ситуацијама и са више параметара. У ситуацији када има довољно времена и када се процени да ученици то могу да усвоје, може се обрадити и појам својствених (сопствених) вредности.

# Аналитичка геометрија у равни

Основни циљ проучавања аналитичке геометрије је повезива- ње алгебарских и геометријских садржаја. Ученици првенствено треба да схвате суштину и значај координатног метода у математи- ци, 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 коорди- натни систем. При извођењу формула за одређивање растојања тачака, поделу дужи у датом односу и израчунавање површине троугла чија су темена задата, искористити одговарајућа својства вектора, позната из првог разреда. Неопходно је да ученици упо- знају општи (имплицитни), експлицитни, сегментни и нормални облик једначине праве. Кроз задатке треба да увежбају и форми- рање једначине праве кроз две дате тачке, прамена правих и симе- трале угла. При извођењу формула за одређивање величине угла између две праве, специјално услова за паралелност, односно нор- малност правих, искористити знања из тригонометрије. Формулу за растојање тачке од праве и растојање паралелних правих учени- ци треба да повежу с нормалним обликом једначине праве.

Криве другог реда треба довести у везу с равним пресецима конусне површи а дефинисати их као геометријска места тачака у равни са одређеним својствима. Извести једначине круга, елипсе, хиперболе и параболе у централном, као и транслираном положа- ју. Ученици треба да знају да одреде директрисе, ексцентрицитет и асимптоте криве другог реда (у случају кад постоје). Код одређива- ња међусобног односа праве и криве другог реда, користити знања из теорије квадратних једначина. Посебно обратити пажњу на слу- чај када права додирује криву (услов додира), као и једначине тан- генти. У свим ситуацијама инсистирати на геометријској интерпре- тацији (на пример код решавања система квадратних једначина).

# Векторски (линеарни) простори

Уз подсећање на векторе у геометрији и комплексне бројеве, увести дефиницију (реалних) векторских простора и показати да је *Rn* векторски простор. Показати како се могу представити усмерене дужи у *Rn*. Дефинисати линеарну комбинацију, а затим и линеар- ну зависност и независност вектора и повезати их са решавањем (и бројем решења) хомогеног система линеарних једначина, као и са детерминантама. Кроз примере *Rn* и његових потпростора диску- товати појам базе и димензије векторског простора. Поставити пи- тање како да се произвољна једначина криве другог реда сведе на канонски облик и са тим као мотивацијом, показати како се коорди- нате мењају при промени базе у *R*2. Као један од примера може се показати промена координата при ротацији стандардне базе за неки угао. На неколико примера показати како се општа једначина криве другог реда своди на канонски облик променом базе.

# Аналитичка геометрија у простору

Треба настојати да ученици схвате суштину и значај коорди- натног 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 једначи-

ном у односу на дати репер. Појам скаларног производа, вектор- ског производа и мешовитог производа предочити ученицима као појмове који играју веома значајну улогу у математици и њеним применама (физици, програмирању...), као и да се захваљујући скаларном производу у еуклидским просторима могу дефини- сати метрички појмови као што су: угао, дужина, растојање итд. Ученик треба да буде способан да примени особине векторског и мешовитог производа на израчунавање површина фигура (парале- лограма, троугла...) и запремина тела (призми и пирамида). Посеб- но инсистирати да ученици овладају техником решавања задата- ка аналитичке геометрије у простору (однос тачке и праве, тачке и равни, две праве, две равни и праве и равни, растојање између две тачке, тачке и праве и тачке и равни, угао између две праве, две равни и праве и равни). Предочити ученицима геометријску интерпретацију система три линеарне једначине са три непознате. Ученике би требало оспособити да у настави математике користе разне динамичке софтвере у зависности од задатака које би требало да реше, као и да препознају предности коришћења одређеног софтвера. Радом у различитим окружењима ученици развијају способност процене предности и недостатака примене одређених софтверских пакета у односу на постављени проблем. Уважавајући интересовања, способности и потребе ученика, про- фесор правилним одабиром и адекватном употребом софтвера

може додатно да их мотивише и тако оствари очекивани исход.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Саставни део процеса развоја математичких знања у свим фазама наставе је и праћење и процењивање степена остварености исхода, које треба да обезбеди што поузданије сагледавање развоја и напредовања ученика. Тај процес започети иницијалном проце- ном нивоа на коме се ученик налази. Прикупљање информација из различитих извора (свакодневна посматрања, активност на часу, учествовање у разговору и дискусији, самосталан рад, рад у гру- пи, тестови) помаже наставнику да сагледа постигнућа (развој и напредовање) ученика и степен остварености исхода. Свака актив- ност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације, а важно је ученике оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у учењу.

У процесу праћења и вредновања значајну улогу имају до- маћи задаци. Редовно задавање домаћих задатака (уз обавезну

повремену проверу од стране наставника), анализа задатака које ученици нису умели да реше, педагошка мотивација ученика који редовно раде домаће задатке... помаже наставнику да стекне бољи увид у степен остварености исхода.

# РАЧУНАРСТВО И ИНФОРМАТИКА

Циљ учења Рачунарства и информатике је стицање знања, овладавање вештинама и формирање вредносних ставова који доприносе развоју информатичке писмености неопходне за даље школовање, живот и рад у савременом друштву. Усвајањем конце- пата из рачунарских наука, ученик развија способност апстракт- ног и критичног мишљења о аутоматизацији послова уз помоћ информационо-комуникационих технологија и развија способност ефективног коришћења технологије на рационалан, етичан и бе- збедан начин.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем наставног предмета Рачунарство и информатика уче- ник је оспособљен да примени стечена знања и вештине из обла- сти информационо-комуникационих технологија ради испуњава- ња постављених циљева и задатака у свакодневном животу, даљем школовању и будућем раду. Развио је способност апстрактног и критичног мишљења уз помоћ информационо-комуникационих технологија. Развио је дигиталну писменост и позитивне ставове према рачунарским наукама.

СПЕЦИФИЧНЕ ПРЕДМЕТНЕ КОМПЕТЕНЦИЈЕ

Специфичне предметне компетенције представљају опис специфичних способности ученика које му омогућавају да развије општу предметну компетенцију. Подразумевају способност за ана- лизу и разумевање основних елемената дизајна информационо-ко- муникационих технологија. Специфичне компетенције обухватају способност за препознавање различитих компоненти рачунарског система и њихових функција, као и критичко анализирање добрих и лоших решења у дизајну и архитектури и могућности примене претходно стечених знања и искустава на даље унапређивање ди- зајна и решавање проблема.

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **2 часа теорије + 1 час вежби**

Годишњи фонд часова **74 часа теорије + 37 часова вежби**

|  |  |
| --- | --- |
| **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМЕ** и  кључни појмови садржаја програма |
| * објасни структуру и функцију рачунарског система (РС); * препозна основне компоненте РС и објасни њихову структуру и функцију; * наведе основне особине РС и класификује рачунарске системе према тим особинама; * кратко опише кључне идеје које су довеле до развоја рачунарских система; * објасни појам апстракције у дизајну рачунарских система и примени идеју апстракције кроз дизајн логичких кола за функције које се користе у РС; * наведе елементе Фон Нојманове архитектуре у дизајну елементарног рачунара; * објасни начин формирања асемблерског/машинског језика који управља хардвером у елементарном рачунару; * креира програме у асемблерском језику за елементарни рачунар; * објасни кораке у извршавању једне инструкције у елементарном рачунару; * објасни појам модуларног рачунарског система и разуме предности овакве архитектуре; * разликује основне хардверске компоненте унутар модуларног РС; * опише функцију магистрале у повезивању уређаја РС и основне алгоритме размене података на магистрали; * наброји идеје које су довеле до унапређења архитектуре магистрала; * објасни савремена решења у архитектури магистрала и наведе њихове предности и мане; * опише улогу управљачких чипова у архитектури РС и наведе њихове основне управљачке функције; * наведе различите типове меморије у РС, као и технологију израде, улогу и особине; * опише хијерархијску организацију меморије у РС; * анализира решења попут кеш меморије и разуме алгоритме којима се превазилази разлика у брзинама компоненти унутар хијерархије; * опише основне елементе архитектуре улазно-излазних уређаја; | **СТРУКТУРА И ФУНКЦИЈА РАЧУНАРСКОГ СИСТЕМА**  Унутрашња организација и функција компоненти рачунара и начин извршавања програма.  Упознавање са технолошким развојем рачунарских система, препознавање кључних идеја и решења које су допринеле развоју.  Пример једноставног рачунара који садржи основне компоненте неопходне за рад сваког рачунарског система (елементарни рачунар).  Анализа дизајна елементарног рачунара према Фон Нојмановој архитектури. Формирање програмског језика који може да се извршава на елементарном рачунару и решавање задатака на таквом рачунару. |
| **АРХИТЕКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЈА УРЕЂАЈА РАЧУНАРСКОГ СИСТЕМА**  Функционалне компоненте модуларног РС – састав рачунарског система. Магистрале, слотови и портови. Типови магистрала и алгоритми управљања на магистралама. Трендови у развоју организације магистрала. Функције магистрала и упоредна анализа различитих типова магистрала које се данас користе у РС. Системски чипови и значај функционалности које се налазе у њима – БИОС и ЧИПСЕТ.  Хијерархијски систем меморија у савременим РС. Навести најважније типове меморије и објаснити разлике, као и разлоге за употребу свих различитих типова. Нарочиту пажњу посветити оперативној меморији РС и кеш меморији. Алгоритми кеша.  Улазно излазни подсистем. Дефиниција и организација уређаја који припадају овом подсистему. |

|  |  |
| --- | --- |
| * објасни основну структуру процесора и улогу сваке од компоненти; * наведе фазе у извршавању појединачних инструкција у процесору и опише улогу хардверских компоненти у свакој фази извршавања; * анализира утицај разлике у брзини и капацитету појединачних компоненти и опише начине за премошћавање тих разлика; * препозна решења за оптимизацију рада процесора и објасни предности и мане решења попут: бафера наредби, кеш меморије, проточне обраде, више језгара; * опише разлику у архитектури *CISC* и *RISC* процесора, препознаје кључне предности и мане обе архитектуре; * опише архитектуру x86 процесора и објасни повезаност дизајна инструкција асемблерског језика и дизајна хардвера на којем се инструкција извршава; * наведе хардверске микро-кораке који се извршавају током једне инструкције и да одреди трајање и међузависност корака; * наброји могућности за побољшања у и препознаје решења у архитектури кроз која су побољшања примењена (бафер инструкција, кеш, текуће линије, већи број језгара); * користи емулатор x86 процесора; * самостално пише програме у асемблеру (линијске, разгранате и цикличне); * користи метод само-модификације за решавање сложених проблема; * користи метод захтева за прекидом (*IRQ*) у програмском коду; * наведе функције оперативног система и његове главне особине, као и основне компоненте од којих се овај системски програм састоји; * препозна кључне тачке у развоју оперативних система, као и решења и алгоритме који су утицали на помаке у развоју оперативних система; * наведе неколико класификација оперативних система у зависности од критеријума (према броју корисника, броју процеса, намени и архитектури); * опише основне моделе у архитектури оперативних система; * објасни концепцију процеса и да анализира и тумачи различита стања у оквиру дијаграм стања процеса; * наведе основне операције над процесима, * опише концепт лаког процеса (нит); * опише проблемe узајамног искључивања процеса, узајамног блокирања и синхронизације процеса; * опише концепт критичних секција и семафора; * да примени алгоритам за избегавање међусобног блокирања процеса (Банкаров алгоритам); * опише начине комуникације између процеса; * опише начин на који оперативни систем додељује и одузима централни процесор активним процесима; * опише основну идеју која омогућава паралелно извршавање више процеса на једном процесору – објасни концепт мулти-програмирања; * примени различите алгоритме за доделу процесора процесима у зависности од критеријума оптимизације; * примени познате алгоритме и програмира управљачке функције распоређивања процесора; * опише улогу рачунарске мреже, познаје основне компоненте које улазе у састав сваке мреже; * класификује мреже по различитим критеријумима; * опише основне елементе локалне рачунарске мреже; * објасни улогу стандардизације у дизајну рачунарске мреже и познаје основне протоколе; * анализира улогу различитих нивоа у протоколу – апликативног, транспортног, мрежног и нивоа физичког преноса; * наведе основне мрежне сервисе који се користе у савременим РС; * опише начин адресирања на свим нивоима *TCP/IP* протокола; * користи мрежне адресе у оквиру *IPv4* протокола, формира мреже, подмреже и адресе уређаја, као и дозвољене опсеге *IP* адреса на основу задатих улазних параметара;   **1. Изборна тема 1 – Управљање меморијским подсистемом и улазно излазним уређајима од стране оперативног система**   * наведе и објасни различите начине организовања оперативне меморије; * наведе основне појмове везане за управљање периферијским уређајима од стране оперативног система; * наведе основне принципе које оперативни систем користи за управљање системом датотека и разуме начин функционисања алгоритама који се примењују у савременим рачунарским системима.   **2. Изборна тема 2 – клауд рачунарство**   * опише шта подразумева појам клауд рачунарство; * наведе функције и основне компоненте од којих се рачунарски систем састоји и како су они примењени у архитектури клауд система; * наброји кључне тачке у развоју клауд рачунарства, као и решења, концепте и алгоритме који су утицали на помаке у развоју; * опише како виртуелне машине функционишу и зашто су биле кључне за могућност преласка на модел клауд рачунарства; * наведе неколико класификација клауд система у зависности од критеријума (начин испоруке, врста услуге); * опише основне моделе у архитектури клауд рачунарства и предности примене овог модела; | **АРХИТЕКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЈА ЦЕНТРАЛНОГ ПРОЦЕСОРА**  Хардверске компоненте унутар процесора – улога и начин функционисања. Инструкцијски циклус – како софтверска инструкција покреће и оркестрира хардверске акције.  Усклађивање рада различитих компоненти у архитектури – проблеми и решења која су довела до унапређења у организацији и архитектури централног процесора.  Бафер наредби, проточна обрада, кеш меморија – како смо оптимизовали рад процесора.  *CISC* и *RISC* процесори.  Архитектуре са више језгара и више процесора. |
| **ПРИМЕР ПРОЦЕСОРА И ЊЕГОВО ПРОГРАМИРАЊЕ**  Пример формирања архитектуре процесора х86 на примеру Наставног модела x86 процесора.  Архитектура скупа инструкција и Фон Нојманова архитектура – примена у дизајну процесора и његовог асемблерског језика.  Kодирање и извршавање инструкција асемблерског језика – микро-кораци и могућност оптимизације извршавања програмске инструкције.  Креирање програма – примери линијских, разгранатих и цикличних програма. Програмски код за само-модификацију програма током извршавања и примери позива потпрограма.  Механизам *IRQ* – обрада захтева за прекидом. |
| **ОПЕРАТИВНИ СИСТЕМ – ФУНКЦИЈЕ И ОСОБИНЕ**  Дефиниција, особине и функције оперативних система (ОС). Развој оперативних система.  Врсте оперативних система и улога у управљању рачунарским системом. Структура оперативних система и основне функционалне компоненте. |
| **ОПЕРАТИВНИ СИТЕМ – УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСИМА**  Појам процеса у оперативном систему и функција управљања процесима. Односи међу процесима – међусобно искључење, синхронизација и узајамно блокирање процеса. |
| **ОПЕРАТИВНИ СИСТЕМ – УПРАВЉАЊЕ ХАРДВЕРСКИМ РЕСУРСИМА**  Управљање процесорима – додела процесора и промена контекста процесора. Алгоритми распоређивања процеса. |
| **РАЧУНАРСКЕ МРЕЖЕ**  Основни појмови рачунарских мрежа – улога мреже у рачунарским системима, основне класификације и архитектуре.  Компоненте рачунарске мреже – кориснички уређаји, периферијски уређаји као дељени ресурси, мрежни уређаји и преносни медијуми.  *WAN* и *LAN* мреже.  Основне карактеристике и технологије повезивања.  Протоколи мрежне комуникације и мрежни сервиси – Модел *ISO-OSI* и *TCP/IP*  протокол.  *IP* адресирање – израчунавање и формирање адреса мрежа, подмрежа и уређаја. |
| **ИЗБОРНЕ ТЕМЕ \***   1. **Управљање меморијским подсистемом и улазно излазним уређајима од стране оперативног система**   Управљање оперативном меморијом – примери алгоритама који се примењују у пракси: организација по партицијама, странична и сегментна организација, виртуалне меморије, алгоритми замене страница.  Управљање периферним уређајимa – примери алгоритама који се примењују у пракси.  Управљање системом датотека – примери управљачких система и најзаступљенији алгоритми који се примењују у пракси.   1. **Рачунарство у облаку (Клауд рачунарство)**   Основни појмови клауд рачунарства – дефиниција, историјат, еволуција развоја хардвера и софтвера која је довела до концепта рачунарства у облаку.  Развој клауд рачунарства – од мејнфрејм компјутера, преко персоналних рачунара, трослојне архитектуре и дистрибуираних система – до јавно доступних рачунарских ресурса у свако време и на сваком месту.  Основне особине и предности клауд рачунарства. Улога виртуелних машина у клауд рачунарству.  Класификација према моделу услуга и моделу испоруке. Примери примене клауд рачунарства. |

**\*** код изборне теме наставник са ученицима бира само једну од две понуђене изборне теме

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Теоријски часови се изводе са целим одељењем. Препорука је да то буде у рачунарском кабинету и да ученик и током теориј- ских часова има активну улогу. Настава вежби се изводи са поло- вином одељења у рачунарском кабинету, у групама не већим од 12 ученика.

На почетку наставе урадити процену нивоа знања и вештина ученика, као оријентир за организацију и евентуалну индивидуа- лизацију наставе.

При реализацији програма дати предност пројектној, про- блемској и активно оријентисаној настави, кооперативном учењу, изградњи знања и развоју критичког мишљења. Уколико услови дозвољавају дати ученицима подршку хибридним моделом наста- ве (комбинацијом традиционалне наставе и електронски подржа- ног учења), поготово у случајевима када је због разлика у предзна- њу потребна већа индивидуализација наставе.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Приликом планирања часа, исходе предвиђене програмом треба разложити на мање и на основу њих планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму ра- зликују, да се неки могу лакше и брже остварити, док је за одређе- не исходе потребно више времена, активности и рада на различи- тим садржајима. Исходе треба посматрати као циљеве којима се тежи током једне школске године.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати, где год је то могуће, да ученици самостално откривају математичке правилности и изво- де закључке. Ученике треба упућивати да користе уџбеник и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а уче- ници 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 интере- сантнијом и ефикаснијом. Препоручује се коришћење интерактив- них метода, пројектне, проблемске и истраживачке методе, диску- сије, дебате и др, како би ученици били што више ангажованом током наставе. Комбиновати на часовима различите облике рада као што су самостални рад ученика (по принципу један ученик – један рачунар), рад у паровима (два ученика истовремено и заједно решавају конкретне задатке), рад у мањим групама (почетна анали- за и идеје за методе решавања), као и рад са целом групом када на- ставник објашњава, приказује, демонстрира и кроз дискусију уводи ученике у нове области. Избор метода и облика рада, као и плани- рање активности ученика ускладити са наставним садржајем који треба реализовати на часу и предвиђеним исхода, али и са специ- фичностима одељења и индивидуалних карактеристикама ученика.

Предложени број часова по темама је оквирни, на наставнику је да процени потребан и довољан број часова по темама узима- јући у обзир знања и вештине који ученици имају из претходног школовања и животног искуства. Предложени редослед тема није обавезујући за наставнике, већ само представља један од могућих модела, који наставник може прилагодити у складу са изабраним програмским језиком и методолошким опредељењем.

Ради лакшег планирања наставе даје се оријентациони пре- длог броја часова по темама.

* Структура и функција рачунарског система (20 часова)
* Архитектура и организација уређаја рачунарског система (16 часова)
* Архитектура и организација централног процесора (5 часова)
* Пример процесора и његово програмирање (20 часова)
* Оперативни систем – функције и особине (6 часова)
* Оперативни систем – управљање процесима (10 часова)
* Оперативни систем – управљање хардверским ресурсима (12 часова)
* Рачунарске мреже (16 часова)
* Изборна тема (6 часова)

Напомена: Планирана су три двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (9 часова).

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

# Структура и функција рачунарског система

У оквиру теме Структура и функција рачунарског система (РС) потребно је ученике упознати са основним функцијама и ком- понентама рачунарског система, и то:

* + - подсетити ученике на појам информационог система и пре- познати које све функције рачунар као информациони систем оба- вља; уз помоћ ученика набројати све делове рачунара и наведено систематизовати у стандардну структуру рачунарског система;
    - упознати ученике са структуром и функцијом појединачних компоненти – централног процесора, меморија, магистрала, пери- феријских компоненти
    - упознати ученике са класификацијом РС и нагласити основне особине на основу којих је класификација направљена
    - упознати ученике са кључним идејама које су током исто- рије довеле до покретања развоја рачунарства; посебно нагласити да је често постојао раскорак између добрих идеја које су се ја- вљале и могућности да тренутни развој технологије подржи иде- је; анализирати идеје које су покренуле бржи технолошки развој и која су то решења данас присутна захваљујући тим идејама;
    - упознати ученике са различитим дизајнерским областима које су део дизајна рачунарског система; објаснити апстракције у пројектовању рачунарског система, које су настале због потребе да се систематизује процес дизајна;
    - применити идеју примене апстракција у дизајну кроз про- јектовање логичких кола за аритметичке и управљачке функције које се користе у РС; упознати ученике са основним елементима пројектовања у овој области; обучити ученике да пројектују једно- ставне структуре;
    - подсетити ученике на Фон Нојманову архитектуру рачуна- ра и упознати их са архитектуром скупа инструкција, као поступ- ком за пројектовање фирмвера – средњег слоја у дизајну РС;
    - објаснити и илустровати ученицима како се формира асем- блерски/машински језик и како је он везан за постојећи хардвер процесора; објаснити како појединачна инструкција покреће хар- двер који је уграђен у процесор и како се постиже да непромен- љиви хардвер обавља променљиве операције; предложени алат је модел уИАС рачунара, мада се може користити и било који други наставни модел процесора;
    - оспособити ученике да уз помоћ емулатора процесора про- грамирају у асемблеру;
    - илустровати ученицима разлику између програмирања у хардверски оријентисаним језицима и вишим програмским јези- цима, кроз релевантне примере и програмерске поступке које у асемблеру могу да покрену;

# Архитектура и организација уређаја рачунарског система

У оквиру теме Архитектура и организација уређаја рачунар- ског система (РС) потребно је ученике упознати са основним ком- понентама рачунарског система и њиховом архитектуром, и то:

* + - упознати ученике са појмом модуларног рачунарског систе- ма и анализирати са ученицима које су предности овакве органи- зације и архитектуре; поновити који су све функционални подси- стеми присутни у РС;
    - упознати ученике са функцијом магистрала и њиховом уло- гом у повезивању свих уређаја РС; објаснити ученицима основне ал- горитме управљања разменом података на магистрали; представити ученицима основне проблеме у раду магистрале и анализирати идеје које су током историје довеле до унапређења архитектура магистрала; упознати ученике са савременим решењима у организацији магистра- ла и навести предности, мане; дискутовати идеје за даља унапређења;
    - упознати ученике са управљачком функцијом у РС и при- казати функције и улогу важнијих управљачких чипова; навести њихове основне функције и анализирати како они доприносе коор- динацији рада свих компоненти;
    - подсетити се различитих типова меморије у рачунару; по- стојеће знање ученика систематизовати кроз приказ хијерархијске организације меморијских компоненти у оквиру РС; препознати које су основне особине меморије и анализирати како велике ра- злике у брзини и капацитету различитих типова меморије утичу на рад РС; кроз активну дискусију подстаћи ученике да размисле шта све може бити решење проблема; објаснити ученицима појам баферовања као методе за превазилажење разлике у брзини уређа- ја и објаснити функционисање кеша (пример баферовања);
    - упознати ученике са основним елементима организације и архитектуре улазно-излазних уређаја;

# Архитектура и организација централног процесора

У оквиру теме Архитектура и организација централног про- цесора, потребно је ученике упознати са елементима архитектуре централног процесора, и то:

* + - упознати ученике са структуром процесора и улогом сваке од компоненти унутар централне процесорске јединице;
    - објаснити ученицима фазе у извршавању инструкције у процесору, анализирајући улоге појединих хардверских компонен- ти у свакој од фаза извршавања;
    - анализирати особине сваке од компоненти (брзину и капа- цитет) и дискутовати које су могућности за унапређење ефикасно- сти; подсетити ученике на баферовање које смо анализирали као решење код меморија и представити им паралелизацију као други метод за увећање капацитета и брзине (више паралелних компо- ненти истог типа);
    - објаснити ученицима решења за повећање ефикасности процесора која су до сада примењена у архитектури: бафер на- редби, кеш меморија, механизам проточне обраде, архитектура са више језгара;
    - упознати ученике са разликом *CISC* и *RISC* архитектуре – навести предности и мане; дискутовати са ученицима примену ових принципа у савременом дизајну процесора;

# Пример процесора и његово програмирање

У оквиру теме Пример процесора и његово програмирање, потребно је ученике упознати са елементима архитектуре проце- сора на примеру наставног модела процесора, као и са елементи- ма асемблерског језика (предложени модел је Наставни модел x86 процесора, мада се може користити и други модел по избору на- ставника), и то:

* + - објаснити архитектуру x86 процесора и анализирати пове- заност дизајна инструкција асемблерског језика и дизајна хардве- ра на којем се инструкција извршава;
    - пошавши од Фон Нојманових правила и препорука архитек- туре скупа инструкција, заједно са ученицима урадити симулацију процеса дизајна асемблерског језика за задати хардвер процесора;
    - упознати ученике са програмским емулатором процесора који се користи као модел;
    - обучити ученике да самостално пишу програме у асембле- ру (линијске, разгранате и цикличне);
    - објаснити предности програмирања у језицима који блиско сарађују са хардвером и као пример навести метод само-модифи- кације за решавање сложених проблема; обучити ученике да кори- сте овај метод у асемблерском програмирању;
    - објаснити појам Захтева за прекидом (*IRQ*) и обучити уче- нике да формирају програме који управљају захтевом за прекидом;
    - подсетити ученике на фазе у извршавању инструкција и по- новити који кораци се извршавају у свакој фази;
    - за изабрани модел процесора навести хардверске микро-ко- раке који се извршавају током једне инструкције; анализирати са ученицима редослед корака, трајање и међузависност корака;
    - подстаћи дискусију и анализирати могућности за побољша- ња у ефикасности извршења микро-корака; упознати ученике са решењима у архитектури кроз која су наведена побољшања при- мењена (бафер инструкција, кеш, текуће линије, већи број језга- ра); анализирати како је то утицало на стил програмирања и ефи- касност извршавања програма;
    - систематизовати анализиране идеје и упознати ученике са процесорима у којима су наведена побољшања била примењена;

# Оперативни систем – функције и особине

У оквиру теме Оперативни систем – функције и особине, по- требно је ученике упознати са улогом оперативног система, функ- цијама које извршава, као и са основним особинама и поделама оперативних система, и то:

* + - упознати ученике са функцијама оперативног система и основним особинама, као и са основним компонентама од којих се овај системски програм састоји;
    - подсетити ученике на кључне тачке у развоју РС, и анали- зирати како су се паралелно са хардвером развијали и оперативни системи; упознати ученике са решењима и алгоритмима који су утицали на помаке у развоју оперативних система;
    - упознати ученике са неколико најчешће коришћених класи- фикација оперативних система у зависности од критеријума (пре- ма броју корисника, броју процеса, намени и архитектури);
    - објаснити и анализирати основне моделе у архитектури оперативних система, са нарочитим освртом на архитектуру са микро-језгром;
    - представити ученицима од којих се програмских функци- оналних компоненти систем састоји и објасни основне улоге које свака од компоненти има, као и основне идеје управљачких алго- ритама који се примењују;

# Оперативни систем – управљање процесима

У оквиру теме Оперативни систем – управљање процесима, потребно је ученике упознати са појмом процеса, као и са основ- ним алгоритмима за управљање процесима у оквиру оперативних система, и то:

* + - упознати ученике са појмом процеса и објаснити им алго- ритме и начин како оперативни систем управља тренутно активним процесима; анализирати са ученицима различита стања у којима процес може да се нађе; објаснити дијаграм стања процеса који је добар пример моделирања помоћу коначног аутомата стања;
    - објаснити ученицима основне операције над процесима,
    - дискутовати проблеме који могу да настану као последица истовременог извршавања великог броја процеса; помоћи учени- цима да разумеју проблеме међузависности процеса: узајамног искључивања процеса, синхронизације, као и ситуација у којима може да дође до узајамног блокирања процеса;
    - упознати ученике са једним од алгоритама за избегавање међусобног блокирања процеса (банкаров алгоритам); обучити ученике да примене наведени алгоритам;
    - упознати ученике са концептом нити и симетричног мул- ти-програмирања;
    - објаснити ученицима различите начине комуникације изме- ђу процеса;
    - на примерима објаснити и дискутовати концепт критичних секција и семафора;

# Оперативни систем – управљање хардверским ресурсима

У оквиру теме Оперативни систем – управљање хардверским ресурсима, потребно је ученике упознати са улогом оперативног система у управљању основним хардверским ресурсом – проце- сором, и то:

* + - упознати ученике са концептом заједничког коришћења хардвера од стране више процеса и објаснити ученицима начин на који оперативни систем додељује и одузима централни проце- сор активним процесима;
    - објаснити ученицима основну идеју која омогућава пара- лелно извршавање више процеса на једном процесору – дискуто- вати могућа решења и концепт мулти-програмирања;
    - упознати ученике са различитим алгоритмима за доделу процесора појединачним процесима у зависности од критеријума оптимизације;
    - обучити ученике да примењују познате алгоритме и да про- грамирају управљачке функције распоређивања процесора;

# Рачунарске мреже

У оквиру теме Рачунарске мреже, потребно је ученике упо- знати са улогом рачунарских мрежа у савременим рачунарским системима, као и основним елементима дизајна и коришћења ра- чунарских мрежа, и то:

* + - објаснити ученицима улогу рачунарске мреже, дискутовати са њима огроман значај коју рачунарске мреже имају и упознати их са основним компонентама које улазе у састав сваке мреже;
    - представити ученицима класификације рачунарских мрежа, према различитим критеријумима (технологија, географска удаље- ност, архитектура)
    - упознати ученике са основним елементима локалне рачу- нарске мреже – навести све компоненте и улогу сваке компоненте;
    - приближити ученицима потребу за стандардизацијом у ра- чунарским системима, а посебно у домену мрежа; објаснити појам протокола у дизајну рачунарске мреже и упознати их са основним протоколима: *ISO-OSI* и *TCP/IP*;
    - анализирати са ученицима улогу сваког нивоа у протоколу
* апликативног, транспортног, мрежног и нивоа физичког преноса;
  + упознати ученике са основним мрежним сервисима који се користе у савременим РС;
  + представити ученицима начине адресирања на свим нивои- ма *TCP/IP* протокола; објаснити функционисање мрежних алгори- тама који су примењени у оквиру *TCP/IP* протокола;
  + приказати и објаснити ученицима мрежне адресе за *IPv4*

протокол;

* + обучити ученике да коришћењем *IPv4* протокола формирају мреже, подмреже, препознају дозвољене опсеге *IP* адреса на осно- ву задатих улазних параметара, као и да разумеју и примењују основне конфигурационе параметре на мрежним уређајима;

# Изборна тема

Последња тема оставља могућност избора између две опције:

* + - да се знање ученика продуби изучавањем конкретних ал- горитмима који се примењују у области управљања оперативном меморијом, спољашњом меморијом и улазно-излазним уређајима
    - да се обради нова тема која ученике упознаје са савреме- ним концептима у развоју архитектуре рачунарских система; зна- чајно је нагласити да је за разумевање ове теме неопходно знање из свих области које су ученици стицали током године из овог предмета, тако да она свакако представља врсту заокружене при- мене стечених знања на разумевање сложених система савременог рачунарства.

1. Управљање меморијским подсистемом и улазно излазним уређајима од стране оперативног система

У оквиру теме Управљање меморијским подсистемом и ула- зно-излазним уређајима од стране оперативног система, потребно је ученике упознати са примерима алгоритама који се примењују у управљању хардверским ресурсима – меморијским подсистемом и улазно-излазним уређајима, и то:

* + - упознати ученике са начинима организовања оперативне меморије – по партицијама, страничну, сегментну, као и алгоритме замене страница;
    - објаснити ученицима основне принципе које оперативни систем користи за управљање системом датотека, који су најпозна- тији алгоритми управљања и њихове функције;
    - дискутовати савремене системе за управљање системом да- тотека који омогућавају већу поузданост и доступност ових система;
    - упознати ученике са основним појмовима везаним за упра- вљање периферијским уређајима од стране оперативног система;

1. Рачунарство у облаку (Клауд рачунраство)

У оквиру теме Рачунарство у облаку (клауд рачунарство), по- требно је ученике упознати са једним од савремених концепата у области рачунарских система, и то:

* + - представити ученицима шта све појам клауд рачунарства подразумева; поновити са ученицима које су функције и основне компоненте од којих се рачунарски систем састоји и анализирати како су они примењени у архитектури клауд система;
    - подсетити ученике на кључне тачке у развоју рачунарства и препознати која од решења су допринела развоју клауд рачунар- ства; посебно анализирати решења, концепте и алгоритме који су кључно утицали на могућност примене принципа клауд рачунар- ства – било које место, било који тренутак, било који уређај;
    - упознати ученике са основним особинама и предностима нове архитектуре и анализирати са њима како је та архитектура довела до све масовније употребе рачунара;
    - упознати ученике са појмом виртуелне машине, објаснити принцип како оне функционишу и зашто су биле кључне за могућ- ност преласка на модел клауд рачунарства;
    - навести неколико класификација клауд система у зависно- сти од критеријума (начин испоруке, врста услуге);
    - представити основне моделе у архитектури клауд рачунар- ства и дискутовати предности примене овог модела.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У процесу вредновања потребно је континуирано пратити рад ученика. У настави оријентисаној на достизање исхода вред- нују се и процес и продукти учења. Прикупљање информација из различитих извора (свакодневна посматрања, активност на часу, учествовање у разговору и дискусији, самосталан рад, рад у гру- пи, тестови) помаже наставнику да сагледа постигнућа (развој и напредовање) ученика и степен остварености исхода. Свака актив- ност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Важно је и ученике оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у учењу.

У процесу праћења и вредновања значајну улогу имају дома- ћи задаци. Редовно задавање домаћих задатака (уз обавезну повре- мену проверу од стране наставника), помаже наставнику да стекне бољи увид у степен остварености исхода кроз анализу задатака које ученици нису умели да реше. Важно је и мотивисати учени- ке који редовно раде домаће задатке тако што ће њихов рад бити оцењен.

Вредновање активности у оквиру тимског рада се може оба- вити са групом тако да се од сваког члана тражи објашњење еле- мената урађеног рада и мишљење о сопственом раду унутар тима. Препоручује се да наставник са ученицима договори показатеље на основу којих сви могу да прате напредак у учењу, ученици се уче да размишљају о квалитету свог рада и о томе шта треба да предузму да би свој рад унапредили. Оцењивање тако постаје ин- струмент за напредовање у учењу. На основу резултата праћења и вредновања, заједно са ученицима треба планирати процес учења и бирати погодне стратегије учења.

Препоручено је да коначна оцена за сваког ученика буде до- бијена комбиновањем различитих начина оцењивања:

* активност на часу, учествовање у разговору и дискусији;
* редовна израда домаћих задатака;
* тестови – провера знања;
* пројектни рад, и појединачни и тимски.

Комбиновање различитих начина оцењивања помаже да се сагледају слабе и јаке стране сваког ученика. Приликом сваког вредновања постигнућа потребно је ученику дати повратну ин- формацију која помаже да разуме грешке и побољша свој резултат и учење. Потребно је да наставник резултате вредновања постиг- нућа својих ученика континуирано анализира и користи тако да промени део своје наставне праксе.

# ПРОГРАМИРАЊЕ И ПРОГРАМСКИ ЈЕЗИЦИ

Циљ учења Програмирања и програмских језика је стицање основних знања о различитим приступима решавању проблема програмирањем, различитим програмским парадигмама (објектно оријентисано програмирање, логичко програмирање и функцио- нално програмирање) и различитим програмским језицима који те парадигме илуструју, развијање апстрактног и критичког мишље- ња и оспособљавање за примену стечених знања и вештина у да- љем школовању и будућем раду.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем наставног предмета Програмирање и програмски језици ученик је оспособљен да примени стечена знања и вештине из области информационо-комуникационих технологија ради испуњавања постављених циљева и задатака у свакодневном животу, даљем школовању и будућем раду. Развио је способност апстрактног и критичног мишљења уз помоћ информационо-комуникационих техноло- гија. Развио је дигиталну писменост и позитивне ставове према рачунарским наукама.

СПЕЦИФИЧНЕ ПРЕДМЕТНЕ КОМПЕТЕНЦИЈЕ

Специфичне предметне компетенције представљају опис специфичних способности ученика које му омогућавају да развије општу предметну компетенцију. Подразумевају способност за одговорно коришћење информационо-комуникационих технологија уз препозна- вање потенцијалних ризика и опасности. Специфичне компетенције обухватају способност да се разуме и примени начин решавања практичних проблема применом различитих програмских парадигми (објектно оријентисано програмирање, логичко програмирање и функционално програмирање).

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **1 час теорије + 1 час вежби**

Годишњи фонд часова **37 часова теорије + 74 часа вежби**

|  |  |
| --- | --- |
| **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА**  и кључни појмови садржаја програма |
| * наброји основне карактеристике објектно оријентисане парадигме; * употреби готове класе и објекте у креирању апликација; * наведе разлику између класе и објекта; * објасни поступак моделовања на конкретним примерима; * опише интерфејс задате класе; * демонстрира концепт енкапсулације и објасни права приступа елементима класе; * напише класу са потребним атрибутима и методама; * напише конструкторе и деструктор у класи; * осмисли и имплементира решење задатка коришћењем новодефинисане класе и њених објеката; * осмисли и имплементира класу коју затим користи у више различитих апликација; * за задати проблем креира једноставaн систем повезаних класа и апликацију којом се тај проблем решава; * опише концепт наслеђивања и однос „врста-од”; * наброји примере неких наткласа и њихових изведених класа; * на примерима објасни права приступа елементима основне класе из објекта изведене класе; * дефинише конструкторе и деструкторе у наткласи и изведеним класама; * објасни принцип полиморфизма; * напише виртуалне методе у оквиру дефиниција класа; * дефинише апстрактне методе и апстрактне класе; * на примерима илуструје разлику између апстрактне класе и интерфејса; * осмисли и имплементира решење задатка коришћењем једне класе и класа изведених из ње; * за дати проблем уочи основне објекте и везе између њих, развије и имплементира хијерархије класа и интерфејса, помоћу којих могу да се реше тај и њему сродни проблеми; * тимски или индивидуално, а уз помоћ наставника, дефинише сложенији проблем за чије решавање осмишља и користи хијерахије класа; * тимски или индивидуално развије и приказује идејно решење проблема; * тимски или индивидуално развије план рада и начин праћења успешности реализације плана; * развије решење изабраног проблема или дела за који је задужен; * пише документацију; * креира презентацију и презентује решење пројектног рада; * вреднује своју улогу при изради пројектног задатка и активности за које је био задужен; | **ОСНОВНИ ПОЈМОВИ ОБЈЕКТНО ОРИЈЕНТИСАНОГ ПРОГРАМИРАЊА**  Основне карактеристике објектно оријентисане парадигме. Проблеми који се решавају објектно оријентисаним приступом. Примена готових класа и објеката.  Моделовање као основа за решавање проблема.  Принцип апстракције у објектно оријентисаном програмирању (скраћено ООП). Класа и објекат.  Инстанцирање класе. Улога и врсте конструктора, улога деструктора. Основни елементи класе: атрибути (поља) и методе  Принцип енкапсулације у ООП, права приступа пољима и методама. Употреба креираних класа у више различитих апликација.  Везе између класа. |
| **ПРИНЦИПИ НАСЛЕЂИВАЊА И ПОЛИМОРФИЗМА**  Наслеђивање. Наткласа и изведене класе (поткласе).  Поља и методе изведене класе, приступ компонентама основне класе Хијерархија класа.  Улога и врсте полиморфизама. Виртуалне методе.  Апстрактне методе и апстрактне класе. Интерфејси.  Улога апстрактних класа и интерфејса. |
| **ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК**  Фазе пројектног задатка од израде плана до представљања решења. Израда пројектног задатка .  Презентовање идејног решења пројектног задатка. Презентовање и анализа решења пројектног. |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Теоријски часови се изводе са целим одељењем. Препорука је да то буде у рачунарском кабинету и да ученик и током теориј- ских часова има активну улогу. Настава вежби се изводи са поло- вином одељења у рачунарском кабинету, у групама не већим од 12 ученика.

На почетку школске године урадити процену нивоа знања и вештина ученика, као оријентир за организацију и евентуалну ин- дивидуализацију наставе.

При реализацији програма дати предност пројектној, про- блемској и активно оријентисаној настави, кооперативном учењу, изградњи знања и развоју критичког мишљења. Уколико услови дозвољавају дати ученицима подршку хибридним моделом наста- ве (комбинацијом традиционалне наставе и електронски подржа- ног учења), поготово у случајевима када је због разлика у предзна- њу потребна већа индивидуализација наставе.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Приликом планирања часа, исходе предвиђене програмом треба разложити на мање и на основу њих планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму ра- зликују, да се неки могу лакше и брже остварити, док је за одређе- не исходе потребно више времена, активности и рада на различи- тим садржајима. Исходе треба посматрати као циљеве којима се тежи током једне школске године.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати, где год је то могуће, да ученици самостално откривају математичке правилности и изво- де закључке. Ученике треба упућивати да користе уџбеник и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а уче- ници 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 инте-

ресантнијом и ефикаснијом. Препоручује се коришћење интер- активних метода, пројектне, проблемске и истраживачке методе, дискусије, дебате и др, како би ученици били што више ангажо- ваном током наставе. Комбиновати на часовима различите облике рада као што су самостални рад ученика (по принципу један уче- ник – један рачунар), рад у паровима (два ученика истовремено и заједно решавају конкретне задатке), рад у мањим групама (почет- на анализа и идеје за методе решавања), као и рад са целом групом када наставник објашњава, приказује, демонстрира и кроз диску- сију уводи ученике у нове области. Избор метода и облика рада, као и планирање активности ученика ускладити са наставним са- држајем који треба реализовати на часу и предвиђеним исхода, али и са специфичностима одељења и индивидуалних карактеристика- ма ученика.

Предложени број часова по темама је оквирни, на наставнику је да процени потребан и довољан број часова по темама узима- јући у обзир знања и вештине који ученици имају из претходног школовања и животног искуства. Предложени редослед тема није обавезујући за наставнике, већ само представља један од могућих модела, који наставник може прилагодити у складу са изабраним програмским језиком и методолошким опредељењем.

Ради лакшег планирања наставе даје се оријентациони пре- длог броја часова по темама.

* Основни појмови објектно оријентисаног програмирања (40 часова)
* Принципи наслеђивања и полиморфизма (50 часова)
* Пројектни задатак (15 часова)

Напомена: Планирана су три двочасовна писмена задатка са једночасовним исправкама (9 часова).

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Кроз обраду сваке теме ученици треба да што више буду активни и да током часова на рачунарима програмирају у кон- кретном изабраном објектно оријентисаном језику. Све теоријске појмове објаснити кроз конкретне примере класа и апликација у којима се користе објекти. Примери могу да буду једноставни, тако да се цела класа и апликација у којој се користе објекти кре- иране класе може комплетно израдити на једном школском часу. Ставити акценат на апликације са графичким корисничким интер- фејсом. Приказати бар неке примере са графиком (цртање, графич- ки приказ објеката).

Ради лакшег планирања наставе даје се оријентациони пре- длог броја часова по темама.

* + Основни појмови објектно оријентисаног програмирања (40 часова)
  + Принципи наслеђивања и полиморфизма (50 часова)
  + Пројектни задатак (15 часова)

У оквиру теме **Основни појмови објектно оријентисаног програмирања** потребно је:

* + Ученике укратко упознати са околностима и разлозима на- станка објектно оријентисане парадигме.
  + Анализирати основне карактеристике објектно оријен- тисане парадигме и објектно оријентисани приступ у решавању практичних проблема. Истаћи значај објектно оријентисаног про- грамирања (скраћено ООП) у изради већих пројеката на којима истовремено ради више програмера, као и значај ове парадигме у креирању софтверских компоненти (класа, или група повезаних класа) које се могу користити у различитим апликацијама (понов- на употребљивост кода).
  + Објаснити значај коришћења готових класа у савременом програмирању.
  + Истаћи значај моделовања као основе за решавање про- блема у оквиру објектно оријентисане парадигме. На конкретним примерима објаснити поступак моделовања – посматрање домена проблема, избор релевантних особина и добијање модела. Следе могући примери интерфејса задатих класа:
  + Класа *Производ* са интерфејсом који обухвата очитавање цене (*Цена*), промену цене (*ПромениЦену*), проверу којој врсти производ припада (*ВрстаПроизвода*), проверу да ли је производ

траженог произвођача (*Произвођач*), приказ података (*Приказ* или *ToString*) и слично. Ова класа може касније да се искористи као базна класа хијерархије различитих типова производа.

* + *Аутомобил*, која треба да моделира кретање аутомобила. Ко- рисник класе (возач) може да очита положај аутомобила, али не може произвољно да мења тај положај, тј. не може да премести аутомобил као играчку. Могуће команде, поред очитавања положаја, су: усмери се у датом смеру, повећај или смањи брзину за дату вредност, зауста- ви се, крећи се током кратког времена (израчуна се нови положај) и слично. Кретање може да буде дуж праве линије, или по равни.
  + Кроз одабране примере упознати ученике са основним принципима ООП: апстракција, енкапсулација, наслеђивање, по- лиморфизам. У даљем излагању ове теме посебно се осврнути и детаљно илустровати принципе апстракције и енкапсулације. Већ у процесу моделовања ученицима објаснити принцип апстракције, а енкапсулацију током креирања и примене класа. Посебна тема је посвећена принципима наслеђивање и полиморфизам, па те прин- ципе у почетку изложити само укратко.
  + Кроз одабране примере ученике упознати са основним пој- мовима објектно оријентисаног програмирања – класа и објекат.
  + Објаснити основне елементе класе: атрибуте (поља) и мето- де, и њихову улогу.
  + Објаснити однос између класе и објекта.
  + Упознати ученике са готовим класама и објаснити њихов значај у изради објектно оријентисаних програма. Објаснити кроз примере појам, улогу и начин употребе готових генеричких класа из библиотеке.
  + Упознати ученике са креирањем инстанци класе (објеката), животним веком објекта и преносом објеката као параметара метода:
  + конструктори,
  + деструктори.
  + Анализирати начине и права приступа атибутима и метода- ма. Обрадити са ученицима следеће теме:
  + принцип енкапсулације (учауравања),
  + јавни и приватни приступ елементима класе,
  + дефинисање посебних метода за читање и постављање вредности атрибута тј. дефинисање својстава (ако их одабрани је- зик подржава),
  + однос интерфејса класе и имплементације класе, значај њихове раздвојености, кроз примере илустровати промену импле- ментације без промене интерфејса
  + Истаћи значај обраде изузетака. Објаснити механизам кре- ирања и механизам обраде изузетка. Истаћи важност коришћења изузетака при креирању и модификовању објеката и у примерима користити изузетке кад год има смисла. На пример, објекат класе *Разломак* чији је именилац нула није исправан и у конструктору треба направити и испалити одговарајући изузетак и тиме спре- чити прављење неисправног објекта. Слично, у класи *Производ*, приликом модификовања цене направити и испалити одговарајући изузетак и тиме спречити постојање негативног броја као цене.
  + Упознати ученике са заједничким (static) елементима кла- се, указати на њихове специфичности (како атрибута тако и мето- да). На пример, праћење броја инстанци класе, тј. броја креираних објеката, са циљем додељивања јединственог идентификатора сва- ком новом објекту. Илустровати концепт статичких класа (ако су подржане у одабраном програмском језику).
  + Кроз једноставне примере упознати ученике са начином израде објектно оријентисаних програма. У почетку може да буде корисно да наставник понуди написану класу коју ученици треба да искористе у програму, или обрнуто, да наставник подели про- грам који се ослања на још ненаписану класу, а коју ученици треба да напишу. Ученици треба да буду што активнији у каснијим ди- скусијама кроз које се проблем моделира и смишља једна или не- колико класа и начин њихове употребе. Како се напредује са реа- лизацији различитих примера, тако ученици треба да постану што самосталнији у осмишљавању и имплементирању решења задатка коришћењем новодефинисане класе и њених објеката. Пожељно је да се понека класа употреби у више различитих апликација, да би се илустровала могућност поновне употребе написаног кода. Следе могући примери различитих класа и апликације које их користе.
  + Класа *Особа*, са атрибутима име, презиме, година рођења, адреса и број мобилног телефона, и методама за упоређивање две особе по години рођења, по имену и презимену, за приказ особе, за промену адресе особе, промену броја телефона. Обратити па- жњу да приликом креирања објекта година рођења особе не може да буде већа од текуће године, а касније не може да се мења, док се, на пример, контролисано могу изменити број телефона и адре- са. Употреба може да се илуструје кроз апликације за издвајање података о особи из текстуалне датотеке, измену података о осо- би, претраживање особа, креирање одговарајућих спискова особа и слично.
  + Класа *Производ* са атрибутима назив и цена, и методама за упоређивање са другим производом по цени (*СкупљиОд*, *Јефти- нијиОд*), промену цене (*ПромениЦену*) и приказ података (*Приказ* или *ToString*). Могуће је проширити класу са атрибутима назив произвођача, врста производа и слично и ускладу са тим прошири- ти и интерфејс. Апликација за приказ сортираног списка произво- да по цени. Апликација за претрагу списка производа (по називу, цени, произвођачу) и измену цена производа.
  + Класа *Аутомобил* са апликацијама за анализу података о аутомобилима, продају аутомобила, претрагу аутомобила, и друге класе са сличним интерфејсом као описана класа *Производ*.
  + Класа *Лоптица* са атрибутима положај (x и y координате), брзина кретања, величина и боја, и методама за цртање, покрета- ње, промену брзине, промену смера кретања, заустављање, одби- јање о други објекат или ивице. Апликације које имају једну или више лоптица које личе на једноставне рачунарске игрице или си- мулирају неки једноставан физички процес.
  + Класа *Круг* која омогућава одређивање полупречника, повр- шине, обима круга, проверу припадности тачке кругу, одређивање међусобног положаја два круга, померање круга, цртање круга и слично. Продискутовати шта су могући атрибути ове класе.
  + Класе *Дуж*, *Квадрат*, *Правоугаоник*, *Троугао*, *Многоугао* и друге класе са сличним интерфејсом као описана класа *Круг*.
  + Класа *КомплексанБрој*, апликације за манипулације са комплексним бројевима (могуће је са ђацима урадити и графичко представљање комплексног броја), на овом примеру истаћи разли- читу имплементацију класе без промене интерфејса (имплемента- ције класе са реалним и поларним координатама).
  + Класа *Време* (реализовати класу на више начина на пример са атрибутима сат и минут, и са атрибутом број минута од почетка дана) са основним методама за упоређивање два времена, одређи- вање времена после датог броја минута, приказ времена у разли- читим форматима (22:34, 10:34 PM) и слично.
  + Класа *Датум* са основним методама, редни број дана у го- дини, датум после к дана, датум пре к дана, упоређивање два дату- ма и слично.
  + Класа *Разломак* у којој су реализовати основне операције са разломцима, апликација за рад са разломцима (унос и избор опе- рације, или рачунање вредности израза са разломцима).
  + Класе којима реализујемо различите колекције целих броје- ва (на пример *Низ/Листа*, *Скуп*, *Стек*, *Ред*, …) при томе показати различите имплементације класа (на пример реализације стека ко- ришћењем низа и коришћењем повезане листе).
  + Класа *ВеликиПрироданБрој* у којој су реализоване основне операције за рад са природним бројевима произвољне дужине.
  + Препорука је да се кроз примере ученици упознају са пој- мом и улогом генеричких класа. Са ученицима имплементирати примере генеричких класа (нпр. низ, стек, ред, скуп и слично).
  + Упознати ученике са везама између класа тј. са класама чија су поља објекти других класа, или референцирају објекте других класа.
  + Имплементирати са ученицима системе повезаних класа. Осмислити примере класа и апликација за интерактивну реализа- цију са ученицима на основу претходно урађених задатака. Кроз те примере ученици треба да се што више осамостале у решавању задатих проблема, креирањем једноставaних система повезаних класа и апликација којима се проблеми решавају. Следе могући примери за интерактивну реализацију са ученицима.
  + Коришћењем претходно дефинисаних класа *Време* и *Да- тум*, може да се имплементира класа *ВременскиТренутак* коју даље примењујемо у некој апликацији или другој класи.
  + Имплементирати класе *Тачка*, *Вектор*, *Права* и користити их у решавању једноставних геометријских проблема (пожељно је обезбедити и цртање објеката).
  + Класе *Моном* и *Полином*, са методама за рачунске опера- ције над полиномима са више променљивих (класа *Моном* садржи низ слова која представљају имена променљивих и експонент уз свако име, а класа *Полином* садржи низ монома).
  + Коришћењем претходно дефинисане класе *Особа* уз про- ширење по потреби, имплементирати класу *ВајберГрупа* (једин- ствени идентификациони број, име групе, администратор групе, списак особа – чланова…), креирати и класу *Порука* (особа и текст поруке) и обезбедити методе унутар класе *ВајберГрупа*, потребне за размену порука.

Тема **Принципи наслеђивања и полиморфизма** је централ- на тема предмета и за њу свакако треба одвојити укупно највећи број часова. У оквиру теме Принципи наслеђивања и полиморфи- зма потребно је:

* + Упознати ученике са основним принципима наслеђивања (описати релацију ”је врста од”), начином креирања изведених класа, дефинисањем нових елемената у изведеној класи, креира- њем конструктора за објекте изведених класа, правима приступа елементима основне класе у изведеној класи, као и начину реде- финисања метода у изведеној класи.
  + Објаснити принцип полиморфизма, виртуалне методе. Об- јаснити значење и разлике између статичког (у време превођења) и динамичког везивања (у време извршавања).
  + Објаснити појам апстрактних метода и апстрактне класе.
  + Објаснити појам интерфејса, декларацију и имплементаци- ју интерфејса.

Нагласити да је могуће да једна класа имплементира више интерфејса, као и да интерфејси могу да се наслеђују. Објаснити разлику између апстрактних класа и интерфејса.

* + На конкретним примерима објаснити улогу апстрактних класа и интерфејса у хијерархији класа.
  + Реализовати различите примере хијерархије класа у којима изведене класе поред понашања наслеђеног од базне класе имају и додатно, специфично понашање. Уз хијерархије класа реализовати и апликације које их користе. На пример:
  + Класа *Особа* и изведене класе *Ученик, Професор, Дирек- тор, Помоћни Радник*. Све ове класе наслеђују основне атрибуте и методе од класе Особа и затим додају специфичне атрибуте и ме- тоде (на пример, просек оцена за ученика, одељење коме је разред- ни старешина за професоре и слично).
  + Класа *Возило* и изведене класе *Путничко* и *Теретно*. Могу- ће је развити и класу *Гаража* као скуп возила (обезбедити улазак и излазак из гараже, као и евиденцију о слободним местима у гара- жи у зависности од димензија возила). Слично, класа *Трајект* чува скуп возила и може да води рачуна о укупној маси (која се различи- то израчунава за путничка и теретна возила, јер се тереним возили- ма додаје маса терета, а путничким возилима маса путника).
  + Класе потребне за пословање у банци (класа *Рачун*, разли- чите врсте рачуна, класа *Трансакција*).
  + Реализовати комплетне примере (динамичког) полиморфи- зма, тј. хијерархије класа у којој базна класа има један или више апстрактних метода, различито имплементираних у изведеним класама. На пример:
  + Класа *Облик са* апстрактним методима *Обим*, *Површина*, *ПрипадностТачке*, *Транслација* и изведене класе *Троугао*, *Ква- драт*, *Круг*.
  + Класа *ТелефонскиПретплатник* који садржи податке о осо- би, број телефона, евиденцију о обављеним разговорима и објекат класе *ТарифниПакет* који на основу евиденције позива израчу- нава износ рачуна. *ТарифниПакет* има више изведених класа (на пример *Припејд* и *Постпејд*). Могуће је различито тарифирати разговоре у истој и различитој мрежи, домаћи и инострани саобра- ћај и слично.
  + Класа *Израз* са апстрактним методом *ВредностУТачки* и из- ведене класе *Константа*, *Променљива*, *Збир*, *Разлика*, *Производ*, *Ко- личник*. Хијерархију је могуће проширити и класом *Функција* и из ње изведеним класама *Логаритамска*, *Синусна, Косинусна*, итд. Класе којима је потребан аргумент (то су класе изведене из класе *Функци- ја*) или два аргумента (класе операције: *Збир*, *Разлика*, *Производ*, *Ко- личник*) садрже одговарајући број референци на класу *Израз*.
  + Реализовати са ученицима неколико апликација, у којима се дефинише и користи неколико хијерархија класа које се комбинују у изради коначног решења. Пожељно је да се неке развијене хи- јерархије класа употребе у више различитих апликација, да би се илустровала могућност поновне употребе написаног кода. Могуће је приказати креирање пројекта у виду библиотеке (статичке или динамичке) чијим се укључивањем у решење избегава потреба за понављањем и поновним превођењем изворног кода у ком су де- финисане класе које се користе у више пројеката.
  + Кроз веће задатке је пожељно илустровати основне прин- ципе квалитетног објектно-оријентисаног дизајна: програмирање према интерфејсу, а не према имплементацији, учауравање и из- двајање у засебне класе делова апликације који могу да варирају, давање предности композицији у односу на наслеђивање, креира- ње група класа (модула, библиотека) са што мањим интерфејсом и тиме мањим спрезањем са класама ван групе, креирање класа које су отворене за проширивање, али затворене за модификацију, кре- ирање малих класа које треба да имају само једну одговорност, .... Кроз веће задатке и примере је пожељно илустровати и неке про- јектне обрасце који се користе у објектно-оријентисаном софтверу (али без инсистирања на упознавању ученика са теоријом и класи- фикацијом пројектних образаца). На пример, хијерархије израза и функција су типичан пример обрасца Composite, при чему је исти образац могуће илустровати и кроз примере класа датотека и ди- ректоријум, затим ставка менија и мени и слично.

Кроз израду сложеног пројекта у оквиру теме **Пројектни за- датак (15)** повезати стечено знање (нпр. израда апликације за во- ђење евиденције у школама) и на тај начин упознати ученике са могућностима објектно оријентисаног програмирања.

Пројектни задаци треба да представљају искуствено блиске проблеме за чије се решавање користи једна или више хијерархи- ја класа. Прецизирати термин за приказ идејног решења пре него што тим приступи практичном раду. Прецизирати и термин за презентацију коначног решења. Континуирано пратити на часови- ма рад ученика. Упутити ученика на даља истраживања додатних тема како у програмском језику тако и у области алгоритама.

Препоручују се следећи кораци у оквиру израде пројекта:

* + Што прецизнија спецификација задатка: опис функционал- ности, интерфејс према кориснику (шта корисник може да ради, шта се приказује) – за опис може да се користи поређење са позна- тим програмима;
  + У спецификацију може да уђе и листа могућих проширења, која не морају да буду урађена, али је пожељно да су предвиђена (ако утичу на дизајн);
  + Класе које ће да постоје у програму, за сваку класу разми- слити шта осталим класама треба од ње. На основу ових предви- ђених захтева се постављају интерфејси класа;
  + Имплементације планираних класа;
  + Тестирање сваког дела функционалности током имплемен- тације, отклањање грешака (пожељни су тест модули);
  + Спајање свих делова у целину, тестирање апликације кроз сценарија употребе (систематично испробавање функционалности апликације).

Дати редослед корака треба схватити као начин рада у идеал- ном случају. Мање одступања од наведених корака обично значи и мање проблема, али нормално је да се нпр. интерфејс неке класе и преправи током имплементације других класа које је користе, или да се неки делови програма тестирају само кроз коришћење целе апликације (без посебног тест модула).

За пројектни рад понудити неколико могућих начина реали- зације, тако да ученици у договору са наставником бирају начин рада (наставник одобрава и пројекат и начин рада):

* + Ученици који нису довољно сигурни да би могли самостал- но да ураде пројекат, могу цео пројекат да раде у пару;
  + Сваки ђак ради свој пројекат, а на почетку у паровима или мањим групама дискутују све пројекте те групе, помажу једни другима око дизајна/плана (које класе ће имати и са којим функци- оналностима, како те класе сарађују итд.);
  + Ученик самостално ради цео пројекат;
  + За пројекат који је нешто већи по обиму или комплекснији по структури, ученици могу да се организују у парове или мање тимове, да у оквиру пара или тима договоре дизајн, поделе посао уз прецизирање интерфејса, затим свако независно имплементира и тестира одређене класе, а на крају повежу делове и тестирају рад целе апликације.

У сваком начину организовања ученика потребно је да на- ставник верификује поједине фазе израде пројекта (опис задатка, дизајн класа), односно да да сугестије или коментаре. Уколико ученици раде у тимовима посветити пажњу изазовима тимског рада, охрабрити изражавање ставова и упутити како се врши поде- ла улога и решавају могући проблеми.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У процесу вредновања потребно је континуирано пратити рад ученика. У настави оријентисаној на достизање исхода вред- нују се и процес и продукти учења. Прикупљање информација из различитих извора (свакодневна посматрања, активност на часу, учествовање у разговору и дискусији, самосталан рад, рад у гру- пи, тестови) помаже наставнику да сагледа постигнућа (развој и напредовање) ученика и степен остварености исхода. Свака актив- ност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Важно је и ученике оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у учењу.

У процесу праћења и вредновања значајну улогу имају дома- ћи задаци. Редовно задавање домаћих задатака (уз обавезну повре- мену проверу од стране наставника), помаже наставнику да стекне бољи увид у степен остварености исхода кроз анализу задатака које ученици нису умели да реше. Важно је и мотивисати ученике који редовно раде домаће задатке тако што ће њихов рад бити оцењен.

Вредновање активности у оквиру тимског рада се може оба- вити са групом тако да се од сваког члана тражи објашњење еле- мената урађеног рада и мишљење о сопственом раду унутар тима. Препоручује се да наставник са ученицима договори показатеље на основу којих сви могу да прате напредак у учењу, ученици се уче да размишљају о квалитету свог рада и о томе шта треба да предузму да би свој рад унапредили. Оцењивање тако постаје ин- струмент за напредовање у учењу. На основу резултата праћења и вредновања, заједно са ученицима треба планирати процес учења и бирати погодне стратегије учења.

Препоручено је да коначна оцена за сваког ученика буде до- бијена комбиновањем различитих начина оцењивања:

* активност на часу, учествовање у разговору и дискусији;
* редовна израда домаћих задатака;
* тестови – провера знања;
* пројектни рад, и појединачни и тимски.

Комбиновање различитих начина оцењивања помаже да се сагледају слабе и јаке стране сваког ученика. Приликом сваког вредновања постигнућа потребно је ученику дати повратну ин- формацију која помаже да разуме грешке и побољша свој резултат и учење. Потребно је да наставник резултате вредновања постиг- нућа својих ученика континуирано анализира и користи тако да промени део своје наставне праксе.

1. ПРЕПОРУКЕ ЗА ПРИПРЕМУ ИНДИВИДУАЛНОГ ОБРАЗОВНОГ ПЛАНА ЗА УЧЕНИКЕ КОЈИМА ЈЕ ПОТРЕБНА ДОДАТНА ОБРАЗОВНА ПОДРШКА
   1. Индивидуални образовни план за социјално ускраћене ученике и ученике са сметњама у развоју и инвалидитетом

Индивидуални образовни план се припрема за ученике ко- јима је услед социјалне ускраћености, сметњи у развоју, инвали-

дитета, каснијег укључивања у школовање, недовољног познава- ња језика и других разлога потребна додатна образовна подршка. Циљ индивидуалног образовног плана јесте постизање оптимал- ног укључивања таквих ученика у редован образовно-васпитни рад и њихово осамостаљивање у вршњачком колективу. За сваког ученика појединачно, према његовим специфичним потребама и могућностима, припрема се прилагођен начин образовања који обухвата индивидуални образовни план, програм и начин рада који садрже: 1) дневни распоред активности часова наставе у оде- љењу; 2) дневни распоред рада са лицем које пружа додатну по- дршку и учесталост те подршке; 3) циљеве образовно-васпитног рада; 4) посебне стандарде постигнућа и прилагођене стандарде за поједине или све предмете са образложењем за одступање; 5) програм по предметима, у коме је прецизирано који садржаји се обрађују у одељењу, а који у раду са додатном подршком; 6) инди- видуализован начин рада наставника, избор адекватних метода и техника образовно-васпитног рада. Индивидуални образовни план доноси педагошки колегијум на предлог стручног тима за инклу- зивно образовање. Тим за инклузивно образовање чине одељењ- ски старешина и предметни наставници, стручни сарадник школе, родитељ/старатељ, а по потреби педагошки асистент и стручњак ван школе, на предлог родитеља/старатеља. Родитељ/старатељ даје сагласност за спровођење индивидуалног образовног плана. На- ставник при планирању свог рада у одељењу усклађује свој план са индивидуалним образовним планом ученика. Спровођење ин- дивидуалних образовних планова прати просветни саветник.

* 1. Индивидуални образовни план за ученике са изузетним способностима

За ученике са изузетним способностима, школа обезбеђује израду, доношење и остваривање индивидуалног образовног пла- на којим се врши проширивање и продубљивање садржаја обра- зовно-васпитног рада. Индивидуални образовни план је посебан акт, који има за циљ оптимални развој ученика и остваривање исхода образовања и васпитања, у складу са прописаним циље- вима и принципима, односно задовољавања образовно-васпитних потреба ученика. Индивидуални образовни план укључује: 1) пе- дагошки профил ученика, у ком су описане његове јаке стране и потребе за подршком; 2) план индивидуализованог начина рада, којим се предлажу одређени видови прилагођавања наставе (про- стора и услова, метода рада, материјала и учила) специфичним по- требама ученика и 3) план активности, којим се предвиђени обли- ци додатне подршке операционализују у низ конкретних задатака и корака, и спецификује распоред, трајање, реализатори и исходи сваке активности.

Индивидуални образовни план доноси педагошки колегијум на предлог тима за инклузивно образовање, односно тима за пру- жање додатне подршке ученику. Тим за пружање додатне подршке чине: наставник предметне наставе, стручни сарадник школе, ро- дитељ/старатељ, а по потреби и стручњак ван школе, на предлог родитеља/старатеља. Родитељ/старатељ даје сагласност за спрово- ђење индивидуалног образовног плана. Наставник при планирању свог рада у одељењу усклађује свој план са индивидуалним обра- зовним планом ученика, укључујући мере и активности предви- ђене индивидуалним образовним планом. Он се остварује доми- натно у оквиру заједничких активности у одељењу а у складу са потребама ученика, на основу одлуке тима за пружање додатне подршке ученику, делом може да се остварује и ван одељења.

Спровођење индивидуалних образовних планова прати про- светни саветник.

1. НАЧИН ПРИЛАГОЂАВАЊА ПРОГРАМА
   1. Начин прилагођавања програма предмета од значаја за националну мањину

У настави предмета од значаја за националну мањину (Исто- рија, Музичка култура и Ликовна култура) изучавају се додатни са- држаји који се односе на историјско и уметничко наслеђе одређе-

не мањине. Од наставника се очекује да, у оквирима дефинисаног годишњег фонда часова, обраде и додатне садржаје, обезбеђујући остваривање циљa предмета, стандарда постигнућа ученика и дефи- нисаних исхода. Да би се ово постигло, веома је важно планирати и реализовати наставу на тај начин да се садржаји из културно-исто- ријске баштине једне мањине не посматрају и обрађују изоловано, већ да се повезују и интегришу са осталим садржајима програма ко- ристећи сваку прилику да се деси учење које ће код ученика јачати њихов осећај припадности одређеној националној мањини.

1. УПУТСТВО ЗА ОСТВАРИВАЊЕ СЛОБОДНИХ АКТИВНОСТИ

Ради јачања образовноваспитне делатности школе, подстица- ња индивидуалних склоности и интересовања и правилног кори- шћења слободног времена, школа је дужна да реализује слободне активности, које се спроводе кроз рад у секцијама и ваннаставним активностима. Школа својим Школским програмом и Годишњим планом рада дефинише различите активности у складу са својим ресурсима и просторним могућностима.

Активности треба тако организовати да ученици имају што више могућности за активно учешће, за креативно испољава- ње, за интеракцију са другим ученицима, коришћење различитих извора информација и савремених технологија. Резултате рада ученика у оквиру слободних активности треба учинити видљивим јер се на тај начин обезбеђује мотивација и задовољство учесника активности. Бројни су начини на који је могуће то остварити као што су: организовање представа, изложби, базара, објављивање на сајту школе, кроз смотре стваралаштва, спортске сусрете и друго.

# ХОР И ОРКЕСТАР

Свака гимназија обавезна је да организује рад школског хора, а поред тога паралелно може организовати и школски оркестар, у оквиру обавезних ваннаставних активности. Рад и концертна ак- тивност хорова и оркестара значајна је зато што утиче на облико- вање културнoг индeнтитeтa шкoлe, пoдршка је рaзвojу културнe срeдинe зajeдницe, утиче на формирање будућe кoнцeртнe публикe и на тај начин доприноси oчувaњу, прeнoшeњу и ширeњу музич- ког културнoг нaслeђa.

Због значаја ових ансамбала за ученике, школу и шире, мора се водити рачуна да се у време одржавања проба не заказују друге активности, односно часови се морају одржавати у континуитету и бити део распореда часова школе.

Певање у хору или свирање у оркестру имају свој образовни и васпитни циљ.

*Образовни циљ* обухвата развијање слуха и ритма, ширење гласовних могућности и учвршћивање интонације, способност за фино нијансирање и изражајно извођење, упознавање страних је- зика, литерарних текстова, домаћих и страних композитора, што све води ка развијању естетских критеријума.

*Вaспитни циљ* oбухвaтa рaзвиjaњe oсeћaњa припaднoсти кoлeк- тиву – остваривање циљева кроз задовољство у заједничком раду; развијање савесности и дисциплине, концентрације и прецизно- сти, истрајности и личне одговорности, пoштoвaњa рaзличитoсти и тoлeрaнциje; рaзвиjaњe oдгoвoрнoсти, стицање самопоуздања, савла- давање треме и развијање вршњачке сарадње на нивоу школе, као и способност како се уклопити и као индивидуа стајати иза групе.

Позитиван утицај музике на здравље и развој је општепознат (психолошки, социолошки, емоционални развој), те певање у хору значајно доприноси смањењу стреса, агресивности и побољшању здравља и квалитета живота код ученика.

# а) ХОР

Хор може бити организован као мешовити, женски или му- шки вишегласни хор, на нивоу целе школе. Часови рада су део радне обавезе ученика који су прошли аудицију за хор. У односу на укупан број ученика, минималан број чланова хора за школе које имају до 200 ученика је 30 чланова, а у већим школама (преко 200 ученика) је 40.

Рад са хором представља сложенији вид васпитно-образовног рада наставника и рачуна се као саставни део обавезне наставе и вреднује се као педагошка норма наставника у оквиру обавезне двадесеточасовне норме са по 4 часа недељно, односно по 140 ча- сова годишње.

Репертоар школских хорова обухвата одговарајућа дела до- маћих и страних аутора разних епоха, народне, пригодне песме савремених композитора. У току школске године потребно је са хором извести најмање десет вишегласних композиција, acappella или уз инструменталну пратњу. При избору песама треба поћи од процене гласовних могућности, као и од тема и нивоа сложености примерених средњошколском узрасту.

# Начин остваривања програма

Хор формира наставник, на основу провере слуха, гласовних и певачких способности ученика, након чега следи разврставање певача по гласовима.

Хорске пробе се изводе одвојено по гласовима и заједно. Програм рада са хором треба да садржи пригодне композиције, као и дела озбиљније уметничке вредности, у зависности од мо- гућности ансамбла.

Садржај рада:

* избор чланова и разврставање гласова;
* хорско распевавање (вежбе дисања, дикције, интонације и техничке вежбе);
* интонативне вежбе (решавање проблема из појединих дело- ва хорске партитуре);
* музичка карактеризација ликова и тумачење садржаја;
* стилска обрада дела;
* увежбавање хорских деоница појединачно и заједно;
* реализација програма и наступа хора према Годишњем про- граму рада школе.

На часовима хора, наставник треба да инсистира на правил- ној техници певања. Дисање, дикција и артикулација представљају основу вокалне технике па тако вежбе дисања и распевавања мора- ју бити стално заступљене. Услов правилног дисања је и правилно држање тела. Потребно је инсистирати на доброј дикцији (зависно од стила). Препоручљиво је певање вокала на истој тонској виси- ни, уз минимално покретање вилице у циљу изједначавања вокала, а у циљу добијања уједначене хорске боје.

Код обраде нове композиције најпре се приступа детаљној анализи текста. Уколико је текст на страном језику, ученици уче правилно да читају текст, изговарају непознате гласове и упозна- ју се са значењем текста. Током анализе текста важно је обратити пажњу и на акцентовање речи и слогова на основу дела такта и ме- лодијског тока. Даља анализа нотног текста и усвајање мелодија по гласовима, постиже се на одвојеним пробама по гласовима. Већ у овој фази, уз учење нотног текста, треба у учење укључити и дина- мику и агогику. На заједничким пробама хора, након усвајања ком- позиције у целости, неопходан је даљи рад на интерпретацији дела. Обрађене композиције изводе се на редовним школским ак- тивностима (Дан школе, Свечана прослава поводом обележавања школске славе Светог Саве, Годишњи концерт...), културним мани- фестацијама у школи и ван ње, као и на фестивалима и такмиче-

њима хорова у земљи и ван ње.

# Препоручене композиције за рад хора

Химне: Боже правде, Светосавска химна, Востани Сербие, Gaudeamus igitur

О. ди Ласо: мадригал по избору (Матона миа Кара)

К. Џезуалдо: мадригал по избору (нпр. Sospirava il mio core) Хенри VIII: Pastime with good company

Стари мајстори – избор

J. С. Бах – корал по избору (Jesu, meine Freude, Herr, Gott, wir loben dich)

1. С. Бах/Ш. Гуно – Аве Мариа (хорска обрада)

Г. Ф. Хендл: арија Алмире из опере Риналдо (хорска обрада) Ђ. Б. Мартини: Un dolce canto

В. А. Моцарт: Abendruhe

Л. ван Бетовен: канони Glück zum neuen Jahr, An Mälzel Ф. Грубер: Ариа Nyxта

А. Суливан: The long day closes

Ф. Шуберт – избор (Heilig ist der Herr) Ф. Шуман – избор (Gute Nacht)

Ф. Лист – Салве регина

Ђ. Верди: Хор Јевреја из опере „Набуко”

А. Бородин – Половетске игре из опере „Кнез Игор”

П. И. Чајковски: избор духовних песама (Свјати боже), Ручи бегут звења

Д. С. Бортњански: Избор (Оче наш, Тебе појем, Хвалите го- спода, химна Кољ Славен)

Чесноков – избор (Тебе појем) Н. Кедров – Оче наш

А. Ведељ – Не отврати лица Твојего

Анонимус – Полијелеј –Хвалите имја Господње

С. С. Мокрањац: Одломци из Литургије св. Јована Злато- устог: Тебе појем, Свјати боже, Буди имја, Алилуја; Тропар св. Сави, О светлим празницима; Акатист пресветој Богородици; Ру- ковети или одломци из руковети по избору и могућностима хора

1. Станковић: Паде листак, Тавна ноћи, Девојка соколу, Сива магла

И. Бајић/К.Бабић: Српкиња

Кнез М.Обреновић: Што се боре мисли моје (обрада) Ј. Славенски: Јесењске ноћи

М.Тајчевић: Четири духовна стиха Џ. Гершвин: Sumertime

Црначка духовна музика: Избор (Nobody knows; Ilija rock) К. Орф – Catulli carmina (Odi et amo)

K. Золтан: Stabat mater

Д. Радић: Коларићу панићу

М. Говедарица: Тјело Христово

Е. Витакр: Лукс аурумкве (Lux Aurumque) Г. Орбан: Аве Марија

С. Ефтимиадис: Карагуна

T. Скаловски: Македонска хумореска

Д. С. Максимовић: Девојчица воду гази, Љубавна песма Ст. М. Гајдов: Ајде слушај Анђо

П. Љондев: Кавал свири, Ерген деда С. Балаши: Sing, sing

К. Хант – Hold one another

Ф. Меркјури: Боемска рапсодија, We are the champions Џенкинс: Адиемус

Г. Бреговић: Dreams Ера: Амено

Непознат аутор: When I fall in love А. Ли: Listen to the rain

М. Матовић: Завјет, Благослов

В. Милосављевић: Покајничка молитва, Херувимска песма Ж. Ш. Самарџић: Суза косова

Н. Грбић: Ово је Србија

С. Милошевић: Под златним сунцем Србије Обраде песама група Beatles (Yesterday...), Abba…

Обраде српскиих народних песама, песме Тамо далеко, Кре- ће се лађа Француска, коло Боерка...

Канони по избору

# б) ОРКЕСТАР

Оркестар је инструментални састав од најмање 10 извођача који свирају у најмање три самосталне деонице. У зависности од услова које школа има, могу се образовати оркестри блок флаута, тамбурица, гудачког састава, хармоника, мандолина као и мешовити оркестри.

Рад са оркестром представља сложенији вид васпитно-образовног рада наставника и рачуна се као саставни део обавезне наставе и вред- нује као педагошка норма у оквиру обавезне двадесеточасовне норме наставника са по 4 часа недељно, односно по 140 часова годишње

Садржај рада:

* избор инструмената и извођача у формирању оркестра;
* избор композиција према могућностима извођача и саставу оркестра;
* техничке и интонативне вежбе;
* расписивање деоница и увежбавање по групама (прстомет, интонација, фразирање);
* спајање по групама (I–II; II–III; I–III);
* заједничко свирање целог откестра, ритмичко – интонатив- но и стилско обликовање композиције.

У избору оркестарског материјала и аранжмана потребно је водити рачуна о врсти ансамбла, а и извођачким способностима ученика. Репертоар школског оркестра чине дела домаћих и стра- них композитора разних епоха у оригиналном облику или прила- гођена за постојећи школски састав. Школски оркестар може на- ступити самостало или као пратња хору.

ОСТАЛИ ОБЛИЦИ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА

За ученике чије се интересовање и љубав за музику не могу задовољити оним што им пружа редовна настава, могу се органи- зовати додатна настава или секције.У зависности од афинитета, креативних способности или извођачких могућности ученика, рад се може организовати кроз следеће активности:

* солистичко певање;
* групе певача;
* „Мала школа инструмента” (клавир, гитара, тамбуре...);
* групе инструмената;
* млади композитори;
* млади етномузиколози (прикупљање мало познатих или го- тово заборављених песама средине у којој живе).