

# H E M I J A

## Cilj:

Sticanje znanja iz hemije neophodnih za poimanje materijalnog svijeta, razumijevanje zakonitosti na kojima su ta znanja utemeljena i formiranje pozitivnih osobina učenikove ličnosti.

Da učenicima, na prikladan i savremen način, približi kontrolirane i nekontrolirane hemijske promjene na živoj i neživoj materiji, koje se svakodnevno odvijaju u njegovoj bližoj i široj okolini, da ih shvati i objasni u skladu sa savremenim naučnim dostignućima.

Navedeni cilj realiziraće se kroz takav sadržaj nastavnog programa koji će kod učenika:

- egzaktno proširiti i produbiti stečena znanja iz osnovne škole, posebno po pitanju uočavanja uzroka hemijskih promjena na materiji,
- razjasniti pojmove da se promjene materija temelje na promjenama stanja i strukture elementarne čestice (atoma) od kojih je građena materija,
- da shvati da je blagostanje života rezultiralo iz dosadašnjeg višegodišnjeg napretka u razvoju hemijskih istraživanja,
- inicira želju za novim saznanjima kao i postavljanju logičkih pitanja,
- da hemijske zakonitosti na kojima se temelje pretvorbe materije ovlada kroz hemijska izračunavanja,
- da znanja iz teoretskog dijela nastavnog programa uočava i raspoznaje na primjerima njihove primjene u praksi,
- da shvati poruku laboratorijskog eksperimenta i osnovne hemijsko-tehnološke procese u proizvodnji i preradi materijala,
- da se obuču u korištenju stručne hemijske literature i da za istu stiče naviku korištenja,
- da hemija, pored pružanja blagostanja čovjeku, može i suprotno djelovati (nekontrolirani i ekscenčni hemijski procesi) u pravcu nastajanja nekorisnih i za život štetnih produkata ugrožavajući na taj način životnu i radnu sredinu,
- da obim stečenog znanja, kod savladavanja nastavnog programa, bude dovoljan za kontinuirani nastavak njegovog uspješnog obrazovanja i eksperimentalno teoretskih znanja.
- te, konačno, cilj nastave hemije, kao interdisciplinarne prirodne nauke je, također, da omogući povećanje općeg obrazovanja i stvori osnovu za usvajanje znanja i umjeća iz programskih sadržaja na gimnazijskom nivou.

Opći cilj sadrži četiri ključna elementa obrazovanja:

- Učiti da bi vidjeli
- Učiti da bi znali upotrijebiti znanje
- Učiti za cjelovito lično obrazovanje
- Učiti za zajednički život

Ovakavakav pristup rezultira razvojem cjelovite ličnosti učenika, koju karakteriše kritičnost, kreativnost, poštenje, znatiželja, sloboda misli i riječi, i sposobnost pomoći drugom.

Obrada programskih sadržaja iz oblasti opće, anorganske, organske hemije, biohemije, fizikalne hemije, organske i anorganske tehnologije

## *Zadaci nastave hemije*

- Razvijanje kod učenika interesovanja za istraživanja po principu “ uradi, posmatraj, zaključi “- naučni metod.
- Formiranje radnih navika kod učenika i sistematičnog pristupa radu
- Razvijanje kod učenika načina mišljenja svojstvenog egzaktnim naukama
- Ukazivanje na značaj hemije u savremenom svijetu
- Upoznavanje učenika sa suštinom hemijskih reakcija i potpuno ovladavanje pisanjem hemijskih jednačina
- Osposobljavanje učenika za primjenu teorijskih znanja , tj. pružanje upotrebljivog znanja
- Da učenik obnovi, proširi i produbi znanje iz osnovne škole o građi tvari, te usvoji i shvati uzroke velike brojnosti jedinjenja, a posebno ugljikovih jedinjenja (u drugom i trećem razredu) i ovisnost njihovih osobina od strukture
- Da shvati i usvoji, da reaktivnost tvari zavisi od energetskih promjena u molekulama.
- Usvajanje i razvijanje sposobnosti opisivanja hemijske promjene riječima i jednačinama.
- Da pravilno shvate i usvoje značaj zasićenih i nezasićenih ugljikovih veza i koji su tipovi veza zastupljeni u njima.
- Da usvoje rješavanje jednačina hemijskih reakcija zastupljenih kod jedinjenja sa navedenim vezama .
- Da učenici upoznaju i usvoje mehanizme reakcija, međuprodukte koji nastaju kao i zašto nastaju.
- Da savladaju i usvoje pojmove: elektrofil, nukleofil, slobodni radikal.
- Da usvoje i primjene naučeni pojam hibridizacije, kroz spajanje atoma nastajanjem hibridnih orbitala i shvate da je posljedica stvaranja tih orbitala nastanak spojeva.
- Da usvoje ovisnost dovođenja u vezu građe i hemijskog ponašanja određenih tvari.
- Da razviju odgovornosti pri radu sa supstancama i aparaturama.
- Da upoznaju prirodne izvore tvari i njihovih funkcija u organizmu.
- Da savladaju strukturu aromatskog prstena i da shvate da je ta struktura animator svih reakcija.
- Da savladaju pojam funkcionalne grupe, i da shvate da je to reaktivni dio molekula organskog spoja.
- Da usvoje razliku fenola i alkohola na osnovu različitog položaja hidroksilne grupe.
- Da razviju i usvoje sposobnosti za praktičan rad u laboratoriji.
- Formiranje i usvajanje pravilnog pristupa eksperimentalnom radu: od crtanja eksperimenata, skupljanja, predstavljanja i analize podataka, do izvođenja zaključaka, te shvatanja i usvajanja smisla zaključaka i njihovog povezivanja sa teorijom.
- Da učenjem hemije usvoje i razviju kritičan odnos svog ponašanja prema okruženju (okolini), racionalan odnos prema korištenju energije, te pravilan odnos prema odlaganju i recikliranju otpadnih tvari.

- Razvijanje sposobnosti upotrebe znanja i umjeća pri rješavanju određenih problema vezanih za okolinu, ekonomski razvoj i etička pitanja.
- Razumjevanje djelovanja tvari na okolinu, te spoznavanje potrebe i načina sprečavanja zagađenja ( onečišćenja ) i r/a zračenja.
- Razvijanje sposobnosti upotrebe hemijskih podataka i informacija usvajanjem hemijskih simbola i izraza ( insistirati na primjeni IUPAC nomenklature ) .
- Ukazivanje na značaj upotrebe stručnih izraza i njihovog matematičkog smisla, kako bi učenici mogli pravilno tumačiti i koristiti grafikone, dijagrame i tabele za predstavljanje informacija, i njihovo povezivanje s novim znanjem.
- Usvajanje stečenih teorijskih znanja kroz eksperimentalni rad, kao i planiranje i izvođenje eksperimenata u funkciji istraživanja i otkrivanja osobina, pojava i zakonitosti.
- Usvajanje eksperimenata u funkciji istraživanja i otkrivanje osobina, pojava i zakonitosti
- Razvijanje sposobnosti kvantitativnog razmatranja u hemiji i hemijskom izračunavanju.
- Osposobljavanje za dalje obrazovanje i pravilno usvajanje hemijski znanja na višem stupnju obrazovanja
- Razvijanje interesa i sposobnosti za samostalno i kolektivno rješavanje problema u hemiji
- Upoznavanje sa sređivanjem podataka, definisanjem relacija i uobličavanjem u pravila i zakonitosti.
- Upućivanje i osposobljavanje učenika da koriste razne izvore znanja i odabiraju potrebne hemijske podatke
- Razvijanje svijesti o unapređivanju i zaštiti prirode, životne i radne sredine

## PROGRAMSKI SADRŽAJ REDOVNE NASTAVE ZA I RAZRED GIMNAZIJE

2 ČASA SEDMIČNO , 70 ČASOVA GODIŠNJE

### PREGLED PROGRAMSKIH SADRŽAJA

1.	<b>Uvod</b>	3
2.	<b>Osnovni stehiometrijski zakoni</b>	4
3.	<b>Građa atoma</b>	4
4.	<b>Molarne veličine</b>	6
5.	<b>Periodni sistem elemenata</b>	4
6.	<b>Građa molekula I hemijske veze</b>	5
7.	<b>Disperzni sistemi</b>	7
8.	<b>Hemijske reakcije</b>	4
9.	Anorganska hemija ( uvod)	1
10.	<b>Metali</b>	14
11.	<b>Nemetali</b>	14
12.	<b>Sistematizacija</b>	4
	<i>Ukupno :</i>	70

- *Uvod*
- Značaj hemije u savremenom svijetu
- Ponavljanje gradiva sedmog razreda: glavne grupe hemijskih jedinjenja, simboli, formule, hemijske jednačine

#### 1. *Osnovni stehiometrijski zakoni*

- Zakon o održanju mase
- Zakon stalnih težinskih omjera
- Zakon umnoženih težinskih omjera
- Zakon stalnih zapreminskih omjera
- Avogadrov zakon

#### Vježba 1.

Dokazivanje zakona o održanju mase :

Taložna reakcija ( $\text{Na}_2\text{S} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ )

Razvijanje  $\text{CO}_2$  ( $\text{CaCO}_3 + \text{HCl}$ )

#### 2. *Građa atoma*

- Atom: pojam, struktura, modeli
- Elektronski omotač : ljuske, podljuske, orbitale, spin Paulijev princip
- Elektronska konfiguracija elemenata

#### 3. *Molarne veličine*

- Relativna atomska I molekulska masa
- Mol, molarna masa molarna zapremina I Avogadrov broj
- Procentni sastav
- Jedinjenja I određivanje formule spoja

#### Vježba 2.

Stehiometrijska izračunavanja

#### 4. *Periodni sistem elemenata*

- Mendeljejev periodni sistem
- PSE I elektronska konfiguracija
- Periodičnost svojstava elemenata

#### 6. *Građa molekula I hemijske veze*

- Jonska veza. Oksidacioni broj. Valencija
- Kovalentna veza. Metalna veza

### 7. *Disperzni sistemi*

- Pojam disperznih sistema
- Podjela prema stupnju disperzije
- Pravi rastvori i rastvorljivost
- Koncentracija rastvora
- Elektrolitička disocijacija
- Kiseline, baze i elektroliti

Vježba 3.

Razlika koloidnih i molekulske disperznih sistema

Elektrovodljivost vodenih rastvora elektrolita

### 8. *Hemijske reakcije*

- Pojam hemijske reakcije
- Pisanje hemijskih reakcija
- Tipovi hemijskih reakcija: sinteza, analiza, neutralizacija, redoks reakcije

Vježba 4.

Računske vježbe

### 9. *Anorganska hemija – uvod*

- Predmet izučavanja
- Podjela elemenata
- Pregled osobina elemenata po grupama

### 10. *Metali*

- Zajednička svojstva. Metode dobijanja
- Na i jedinjenja
- Ca, Mg i jedinjenja
- Al i jedinjenja
- Cu, Pb, Zn
- Fe, dobijanje i legure
- Korozija i zaštita

Vježba 5.

Dobijanje metala ( redukcija PbO )

Vježba 6.

Na, Ca, Mg

### 11. *Nemetali*

- Općenito

- Vodik
- Kisik. Voda
- Azot
- Ugljik i silicijum
- Sumpor
- Hlor

#### Vježba 7.

Vodik . Kisik. Voda.

### **OPĆE UPUTE ZA IZVOĐENJE PROGRAMA**

Programski sadržaji, grupisani su u tematske cjeline, za čiju realizaciju je potreban određeni fond sati, naznačen uz naziv tematske cjeline.

Na časove obrade predviđeno je oko 50% , dok preostalih 50% je predviđeno na ponavljanje, pismenu i usmenu provjeru znanja , laboratorijske vježbe, sistematizaciju gradiva po završetku velikih tematskih cjelina (opća hemija, anorganska hemija, organska hemija i biohemija po 2 časa ).

Ovakvim omjerom omogućava se učenje u školi, a profesoru ostavlja dovoljno kreativnog prostora. Časove utvrđivanja i provjere znanja, profesor će rasporediti prema vlastitoj procjeni, poštujući naravno njihov zbir. Laboratorijske vježbe vezaće se za nastavne teme, kojima sadržajno pripadaju. Pri realizaciji navadenih programskih sadržaja, profesor će sam odabrati njihov obim, koji neće suviše opteretiti učenika, i koji će mu dati sigurno elementarno znanje primjenjivo na konkretne problemske zadatke. Ovakvim pristupom realizaciji nastave hemije, učenik će uglavnom učiti u školi, i ostajat će mu više vremena za slobodne aktivnosti, druženje u porodici i formiranje cijelovite ličnosti.

U cilju rasterećenja programa redovne nastave eliminisani su analitička hemija , hemijska kinetika, elektrohemija, heterociklični spojevi, nukleinske kiseline, biotehnologija i sl. koji će se obrađivati u izbornom području ( III i IV razred).

Pismena provjera znanja nije obavezna , ali se preporučuje jer daje pouzdane pokazatelje znanja , a kod učenika razvija sposobnost za samostalni rad , logičko mišljenje i egzaktnost, učvršćuje njihovo samopouzdanje.

Stehiometrijska izračunavanja trebalo bi da budu sastavni dio hemijskog istraživanja, naročito u oblasti opće hemije. Izrada računskih zadataka i laboratorijskih vježbi čine usvojena teoretska znanja očiglednijim, objedinjuju tematske cjeline i čine usvojena znanja upotrebljivim.

## UPTUTE ZA IZVOĐENJE PROGRAMA (I RAZRED REDOVNA NASTAVA)

Zadatak uvodnog dijela je da se učenici podsjetite na neke pojmove savladane u osnovnoj školi, da dobiju širu predstavu čime se bavi hemija kao eksperimentalna nauka ali da je sve i teoretski fundirano. Također treba ukazati na osnovne postupke naučnog metoda. Upoznati osnovne hemijske zakone, što se nadovezuje na naučni metod.

Uz Avogadrovu hipotezu, treba odrediti i relativne molekulske mase. Pojam mol, nadovezati na prethodnu temu. Mol, kao osnovna jedinica SI sistema i molarne veličine su od ogromnog značaja za razumijevanje simbola i formula. Stehiometrijska razmatranja predstavljaju osnov za kvantitativna razmatranja u hemiji.

Teme se nadovezuju na gradivo koje su učenici savladali u osnovnoj školi. Obraditi i elementarne čestice i njihove osobine. Uvježbavanjem pisanja elektronske konfiguracije elemenata primejnom Paulijevog principa daje se uvod za sljedeću temu PSE. Kroz ovu temu, treba obraditi i pitanje atomske mase, modernu definiciju elemenata i izotopa.

Cilj ove teme je da učenici dobiju predstavu o periodičnosti osobina elemenata, odnosno da iz položaja elemenata u PSE mogu donositi zaključke o njihovim osobinama. Pored historijskog značaja, učenici treba da shvate da je valnomehanički model atoma bitan za tumačenje periodičnosti osobina elemenata.

Temi treba pristupiti tako da se shvati da se atomi međusobno spajaju, zato što spojevi čine energetski stabilniji sistem. Da bi se to postiglo, atomi prelaze u takve elektronske konfiguracije koje omogućuju da se snizi energija sistema. To se može ostvariti na dva načina: a) da atomi pređu u pozitivno i negativno nabijene jone, koji se međusobno privlače uz oslobađanje energije i čine jonsku vezu, u jonskoj kristalnoj rešetki, b) da se atomi spoje kovalentnom vezom stvaranjem zajedničkog elektronskog para izmjenom elektrona uz oslobađanje energije izmjene.

Da učenici shvate da ne postoji oštra granica između jonske i kovalentne veze. Osnovno je da se pitanje veze tretira na takav način, da se izbjegne dugo njegovana zabluda u većini udžbenika da veza nastaje zbog toga što atomi “teže” da postigu stabilnu konfiguraciju plemenitog plina (oktet). Naglasiti da je oktet posljedica, a ne uzrok hemijske veze.

Zadatak ove teme je da učenici shvate kako sastav sistema utiče na njegove osobine. Težište je dato molekulsko-disperznim sistemima i njihovim osobinama. Treba ukazati da rastvori imaju široku primjenu, zbog njihovih osobina. Koloidno disperzne sisteme shvatiti kao sisteme između molekulskih i grubo disperznih sistema.

Zadatak ove teme je da se usvoje osnovna znanja o hemijskim reakcijama koje su suština hemijske nauke (odnosno hemijskih promjena). I ovdje je težište na energetskim promjenama. Ako se mijenja oksidacioni broj, radi se o oksido-redukcionim reakcijama. Pri promjeni koordinacionog broja, radi se o kompleksnim reakcijama. Treći slučaj je da dolazi do disocijacije i asocijacije molekula. Obraditi disocijaciju i asocijaciju molekula kao poseban slučaj. Osnovno je je navesti da je hemijska reakcija obično ukupna reakcija cijelog niza pojedinačnih reakcija. Dakle, učenici treba to da usvoje kako bi u narednim razredima mogli kontinuirano pratiti složenije programske sadržaje.

Obraditi važnije osobine metala predviđene programom. Osobine metala i duktilnost, električnu i termičku vodljivost, čvrstoću i slično, obraditi uslovljenošću tipom hemijske veze. Navesti značaj i upotrebu metala ( Na, Ca, Mg, Al, Cu, Pb, Zn ). Obraditi važnije navedene metala i to: nalazište, principe proizvodnje bez detaljisanja tehnoloških postupaka, osobina i upotrebe.

Od jedinjenja željeza obraditi okside, istaći značaj proizvodnje čelika kao i vrste i upotrebu čelika. Objasniti koroziju kao i principe zaštite od korozije. Od jedinjenja aluminijuma, obraditi hidroksid i stipse. Od jedinjenja bakra, obraditi kuprum (II) sulfat pentahidrat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) i istać upotrebu

Obraditi važnije, programom predviđene nemetale. Od njihovih jedinjenja, obraditi, amonijak, azotnu kiselinu, okside i kiselne sumpora ( bez procesa proizvodnje), vodonik sulfid i sulfide. Od spojeva hlora, obraditi hlorovodoničnu kiselinu i hlorni kreč. Naglasiti značaj spojeva u proizvodnji vještačkih đubriva i ,uopšte, u industriji i svakodnevnom životu. Naglasiti problem zagađivanja životne okoline, proizvodima hemijske industrije, i stalno ukazivati na njenu zaštitu.

**PROGRAMSKI SADRŽAJ REDOVNE NASTAVE  
ZA II RAZRED GIMNAZIJE**

2 ČASA SEDMIČNO, 70 ČASOVA GODIŠNJE

PREGLED PROGRAMSKIH SADRŽAJA

-----

1.	<b>Uvod u organsku hemiju</b>	2
2.	<b>Građa I svojstva organskih jedinjenja</b>	6
3.	<b>Organske hemijske reakcije</b>	4
4.	<b>Ugljikovodici</b>	12
5.	<b>Organska jedinjenja sa kisikom</b>	11
6.	<b>Organska jedinjenja sa azotom</b>	3
7.	<b>Ugljikohidrati</b>	7
8.	<b>Lipidi</b>	4
9.	<b>Aminokiseline. Proteini. Proteidi</b>	6
10.	<b>Organske reakcije u živim organizmima</b>	5
11.	<b>Lijekovi</b>	2
12.	<b>Ekologija</b>	4
13.	<b>Sistematizacija</b>	4
	<i>Ukupno :</i>	70

1. *Uvod u organsku hemiju*

- Kratak historijski mpregled razvoja organske hemije
- Osobine organskih jedinjenja i njihov značaj
- Razlike između organskih Iianorganskih spojeva

2. *Struktura i osobine organskih jedinjenja*

- Sastav organskih jedinjenja. Građa atoma ugljika
- Hibridizacija
- Kovalentne veze, polarnost kovalentne veze, vodikova veza

Vježba 1.

Dokazivanje ugljika i vodika u parafinu i azota u urei

3. *Organske hemijske reakcije*

- Vrste organskih hemijskih reakcija ( supstitucija ,

eliminacija , adicija).

- Reakcijski mehanizmi : homolitičko i heterolitičko cijepanje, kovalentne veze – elektrofilni, nukleofilni, radikali

#### 4. Ugljikovodici

- Definicija i podjela (šema). Alkani, alkeni, alkini  
struktura i nomenklatura, homologni nizovi
- Predstavnici – dobijanje, fizičke i hemijske osobine, upotreba
- Ciklični ugljikovodici
- Aromatični ugljikovodici – benzen  
(struktura , dobijanje, osobine, upotreba)
- Kondenzovani aromatski ugljikovodici

#### Vježba 2.

Ispitivanje osobina polietena

#### 5. Organska jedinjenja sa kisikom

- Funkcionalne grupe
- Alkoholi : nomenklatura i podjela
- Zasićeni monohidroksilni alkoholi: homologni niz, dobijanje, fizičke i hemijske osobine. Metanol i etanol
- Eteri. Aldehidi i ketoni. Karbonske kiseline. Esteri

#### Vježba 3.

Dokazivanje funkcionalnih grupa

Alkoholne grupe( oksidacija etanolakalijum dihidromatom u kiselj sredini)

Reakcija srebrenog ogledala i Felingova reakcija

#### 6. Organska jedinjenja sa azotom

- Amini: struktura, fizičke i hemijske osobine. Anilin

#### 7. Ugljikohidrati

- Monosaharidi i disaharidi: nomenklatura, struktura, osobine
- Važniji mono i disaharidi
- Polisaharidi. Skrob i celuloza

#### Vježba 4.

Hidroliza saharoze. Dokazivanje aldehidne grupe

Glukoze u voću. Jedna reakcija na skrob

#### 8. Lipidi

- Glavne karakteristike i građa lipida

- Masti i ulja. Sapuni

#### 9. *Aminokiseline, proteini, proteidi*

- Aminokiseline: struktura, optička izomerija, podjela, reakcije
- Amfoternost: kiselo-bazne osobine aminokiselina
- Peptidi-peptidna veza. Proteidi

#### Vježba 5.

Dokazivanje bjelančevina –  
biuretska i ksantoproteinska reak.

#### 10. *Organske reakcije u živim organizmima*

- Fotosinteza (transformacija svjetlosne energije u hemijsku)
- Osnovni pojmovi metabolizma

#### 11. *Ekologija*

- Zagađenje i zaštita zraka, vode i tla
- Pokazatelji zagađenja, kisele kiše, zagađenje

#### Vježba 6.

Produkti spaljivanja plastičnog otpada  
Dokazivanje oksida ugljika u izduvnim gasovima automobila

#### 12. *Sistematizacija*

Organska hemija (2), biohemija (2)

### **UPTUTE ZA IZVOĐENJE PROGRAMA (II RAZRED REDOVNA NASTAVA)**

Zdatak uvodnog dijela je da se učenici upoznaju sa predmetom proučavanja organske hemije, biohemije i ekologije. To znači, da treba uočiti bitnu razliku između supstanci anorganske i organske prirode, mali broj elemenata koji učestvuju u gradnji organskih spojeva, dominantnost kovalentne veze.

Obraditi građu atoma ugljika i veliki broj različitih mogućnosti reagovanja i vezivanja atoma ugljika, obraditi oblike hibridizacije i istaći energetska opravdanje za ovakve mehanizme, obraditi načine formiranja kovalentne veze (s-s, s-p, p-p), objasniti šta to znači za polarnost veza odnosno ukupnu reaktivnost nastalih spojeva. Dati pregled različitih načina udruživanja većeg broja C atoma. Definirati izomeriju, objasniti način pisanja-crtanja jedinjenja u organskoj hemiji i dati primjere izomerije ugljičnog lanca, ciklusa, izomeriju položaja veze, izomeriju usljed prisustva hetero-atoma, geometrijsku izomeriju, prostornu izomeriju. Definirati pojmove konfiguracija i konformacija. Dati kratak pregled spojeva u organskoj hemiji na osnovu funkcionalne grupe.

Objasniti, da slobodni elektroni uslovljavaju hemijsku reakciju, objasniti načine nastajanja slobodnih elektrona u procesima homolitičkog heteroikličkog cijepanja molekula. Definirati pojam hemijski radikal i njegov značaj za odvijanje

reakcije u organskoj hemiji. Energiju, hemijskih reakcija, pratiti na energetskom grafikonu. Definirati reaktante, aktivni kompleks energiju aktivacije, produkte, toplotne efekte. Na izabranim primjerima vježbati par grafikona i odrediti prisutnost homolitičkog (heterolitičnog) cijepanja.

Definirati grupu ugljikovodika, tabelarno naznačiti podjelu na velike skupine (aciklični, ciklični), na osnovu općih formula izvršiti dalju podjelu na manje grupe. Istaći šta znači razlika u građi za fizička i hemijska svojstva. Insistirati na izomeriji i činjenici da su izomeri jedinjenja različiti osobina. Posebno istaći građu benzena i objasniti pojam aromatski spoj. Uočavati reakciona mjesta u molekuli, gustoću elektrona i njihovu translokaciju.

Objasniti značaj polarizacije veze, usljed prisustva elektronegativnog partnera u vezi (halogeni elementi), obraditi reakcije dobijanja. Na primjerima predstavnika, objasniti značaj polimerizacije i polikondenzacije. Reći nešto o zagađenju okoline hloriranim ugljikovodicima (freoni, ozonske rupe, pesticidi i dr.). O organskim zagađivačima i kontaminiranju vazduha vode i zemljišta, kao i metodama za zaštitu zemljišta vazduha od zagađivanja, biće više riječi u realizaciji programskih sadržaja trećeg (III) razreda .

Obraditi osobine jedinjenja sa kisikom, uz isticanje osobina funkcionalnih grupa, razlike između alkohola i fenola (-OH grupa), obraditi nomenklaturu, homologne serije alkohola i fenola kao i osobine dobijanja fenola i etanola. Istaći značaj i upotrebu, osobine aldehida i ketona obraditi sa stanovišta prisustva karbonilne grupe, razlike predstavnik formaldehid i aceton. Istaći upotrebu i značaj . Estere obraditi kako je naznačeno u programskim sadržajima. Obraditi osobine i podjelu karboksilnih kiselina, zatim monokarboksilne kiseline, osobine funkcionalne grupe, nomenklaturu, pojavu u prirodi, značaj. Od derivata organskih kiselina, obraditi soli estere amide i anhidride (ukratko).

Od organskih spojeva sa azotom, obraditi nitrospojeve i amine, i to pojavu u prirodi dobijanje i osobine. Objasniti šta su primarni, sekundarni i terciarni amini, naznačiti od čega zavisi bazičnost ovih spojeva (amino-grupa) . Obraditi i posebno istaći značaj amina.

Definirati biohemiju, kao dio hemije, koji proučava jedinjenja i hemijske reakcije u živim sistemima. Objasniti redoslijed biohemijskih reakcija, povezanost u sekvencije. Objasniti da ćelija, kao osnovna jedinica bioloških sistema, definiše uslove odvijanja biohemijskih reakcija, obraditi specifična svojstva molekula vode, istaći relaciju monomer-polimer, odnosno činjenicu da su 4 osnovne grupe jedinjenja polisaharidi, proteini, lipidi i nukleinske kiseline. Objasniti organizaciju biohemijskih reakcija u sekvencije i da su te sekvencije regulisane činjenicom da su to uvijek reverzibilne hemijske reakcije katalizirane enzimima, kontrolisane koenzimima i višim sistemima kontrole, hormonima i nervnim sistemom. Naglasiti načine pohranjivanja i korišćenja energije u biohemijskim reakcijama.

Objasniti fizička i hemijska svojstva aminokiselina, uz posebno isticanje njihovih kiselih i baznih svojstava (cwitter jon) hidralitet. Osobine peptida prikazati u funkciji strukture peptidne veze. Objasniti sve nivoe trodimenzionalne strukture proteina. Raznolikost i bogatstvo struktura proteina, objasniti kroz raznolikost i bogatstvo funkcija ovih molekula. Obraditi klasifikaciju, fizička i hemijska svojstva, stvaranje intermolekularnih poluacetal, stabilne ciklične strukture i glikozidnu vezu. Posebno obraditi strukturu makromolekula (skrob i celuloza).

Na primjeru masnih kiselina, fosfolipida, sfingolipida, holesterola objasniti veliku raznolikost ove skupine jedinjenja. Posebno naglasiti polarnost ovih molekula i

specifičnu ulogu u građi ćelijske membrane. Istaći sposobnost pohranjivanja energije u ovim molekulama.

Obraditi strukturu i sastav nukleotida, fosfodieterske veze, polinukleotida, zatim specifičnu trodimenzionalnu strukturu polinukleotida, dvostruki heliks DNA, konformaciju RNA. Obraditi denaturaciju nukleinskih kiselina, funkciju i značaj NK.

U ovoj temi, objasniti mehanizam enzimske katalize, ulogu i značaj koenzima (NAD koenzima ili NADP).

Biohemijska energija se, u većini živih sistema, dobija razgradnjom (katabolizam) organskih tvari. Pri tome, nastaju korisni međuprodukti koji se uključuju u biosintezu (anabolizam) drugih, složenijih molekula. Zadržati se na općem pregledu hemijskih reakcija, sa naglaskom na njihovoj funkcionalnoj povezanosti (koristiti ATP-ADP sistem), za primjer objasniti povezanost glikoze, Krebsovog ciklusa i oksidativne fosforilacije. Ne zadržavati se na pojedinačnim reakcijama, nego objasniti generalnu shemu, ukupan bilans energije i vezu pojedinih međuprodukata anaboličkim putevima proteina, polisaharida i dr.

## **PROGRAMSKI SADRŽAJ REDOVNE NASTAVE ZA III RAZRED GIMNAZIJE**

**1 ČAS SEDMIČNO 35 ČASOVA GODIŠNJE**

### **PREGLED PROGRAMSKIH SADRŽAJA:**

1.	Uvod u organsku hemiju	1
2.	Ugljikovodici (lančani, ciklični, aromatski)	13
3.	Organske hemijske reakcije	4
4.	Organska jedinjenja s kisikom	5
5.	Organska jedinjenja s azotom	3
6.	Nukleinske kiseline	2
7.	Radioaktivno zračenje	2
8.	Zagađenost i zaštita, zraka, vode i tla	5
	<b>UKUPNO:</b>	<b>35</b> <b>časova</b>

#### **1. Uvod u organsku hemiju**

- 1.1. Kratak historijski preegled razvoja organske hemije.
- 1.2. Osobine organskih jedinjenja i njihov značaj.
- 1.3. Razlika između organskih i anorganskih jedinjenja

#### **2. Ugljikovodici (lančani, ciklični, aromatski)**

- 2.1. Definicija i podjela (šema). Alkani, alkeni, alkin
- 2.2. Struktura i nomenklatura, homologni nizovi.
- 2.3. Predstavnic-dobivanje, fizičke i hemijske osobine, upotreba.
- 2.4. Ciklični ugljikovodici.
- 2.5. Aromatski ugljikovodici-benzen (struktura, dobivanje,

- osobine, upotreba).  
2.6. Kondenzovani aromatski ugljikovodici.

### **3. Organske hemijske reakcije**

- 3.1. Vrste organskih hemijskih reakcija (supstitucija, eliminacija, adicija).  
3.2. Reakcijski mehanizmi: homolitičko i heterolitičko cijepanje kovalentne veze-elektrofili, nukleofili, radikali.

### **4. Organska jedinjenja s kisikom**

- 4.1. Funkcionalne grupe.  
4.2. Alkoholi: nomenklatura i podjela.  
4.3. Zasićeni monohidroksilni alkoholi: homologni niz, dobivanje, fizičke i hemijske osobine.  
4.4. Metanol i etanol.  
4.5. Fenol.  
4.6. Etri.  
4.7. Aldehidi i ketoni.  
4.8. Karbonske kiseline.  
4.9. Estri.

#### **VJEŽBA 1: alko test**

### **5. Organska jedinjenja s azotom**

- 5.1. Amini i amidi: struktura, fizičke i hemijske osobine

#### **VJEŽBA 2: dokazivanje N<sub>2</sub> u urei**

### **6. Nukleinske kiseline**

- 6.1. Strukturne jedinice nukleinskih kiselina  
6.2. Primarna struktura DNA  
6.3. Sekundarna struktura DNA  
6.4. Transkripcija genetičke informacije

### **7. Radioaktivno zračenje**

- 7.1. Vrste zračenja i dopuštene doze.  
7.2. Oštećenja izazvana  
7.3. Zračenjem. Genetička oštećenja

### **8. Zagađenost i zaštita, zraka, vode i tla**

- 8.1. Produkta spaljivanja plastičnih otpadaka.  
8.2. Dokazivanje ugljikovih oksida u izduvnim gasovima automobila (vjež.).  
8.3. Izračunavanje stepena zagađenosti zraka sagorjevanjem uglja.

### **VJEŽBA 3:**

#### **Dokazivanje ugljikovih oksida u izduvnim gasovima automobila.**

#### **UPUTE ZA IZVOĐENJE PROGRAMA**

#### **( III RAZRED, REDOVNA NASTAVA )**

Programski sadržaji grupisani su u tematske cjeline, za čiju realizaciju je potreban određeni fond sati, naznačen uz naziv tematske cjeline. Časovi obrade i tipovi časova drugih oblika ( ponavljanje, pismena i usmena provjeravanja znanja, laboratorijske vježbe ) stoje u srazmjeri, oko, 50 na prema 50 %.

Izabrani programski sadržaji, redovne nastave u III razredu, zbog uvođenja izborne nastave u III i IV razred, reducirani su na 35 časova godišnje. Međutim, odabrani nastavni sadržaji u III razredu redovne nastave predstavljaju neophodnu osnovu za bilo koji kasniji studij u kome se pojavljuje hemija, a u skladu je sa reformisanim Programom za opću gimnaziju, te potrebama nastave hemije na fakultetima.

Uspješna realizacija ovog Programa zahtjeva od nastavnika da sve zaključke, koliko je to moguće, veže za strukturu atoma odnosno molekula. Preporučuje se da predavanja budu međusobno povezana, koncizno izložena, popraćena sa dosta uvježbavanja i diskusija.

Poenta nastave u organskoj hemiji je u tome, da učenik shvati da tu nisu potrebne neke više sile, te da s obzirom na hemijske zakonitosti, ne postoje razlike između anorganskih i organskih jedinjenja, da osjeti otkuda tolika brojnost organskih spojeva i da uđe u sistematiku tih spojeva. Naročito ukazati na neophodni značaj organske hemije u svakodnevnom životu.

Za uspješnu realizaciju svih navedenih zadataka hemije, potrebo je da dođu do izražaja prikladni i adekvatni oblici rada, kao: eksperimentalni rad, stehiometrijska izračunavanja i drugi oblici rada u nastavi. Posebnu važnost, za sticanje vještina i spoznaja, ima eksperimenat u hemijskim istraživanjima. Stoga, on mora dominirati u toku nastave, kako kod nastavnika tako i kod učenika. Tako će, jedanput, sam nastavnik tumačiti gradivo, uz izvođenje eksperimenata, drugi put će nastavnik izvoditi pokuse, a učenici će objašnjavati pojave, treći put će učenik izvesti eksperiment, a nastavnik objasniti pojam, četvrti put će svi učenici izvesti u grupama ili pojedinačno sve eksperimente nastavne jedinice.

Stehiometrijska izračunavanja, također, treba da budu gotovo sastavni dio hemijskog istraživanja, jer imaju sličan značaj kao i laboratorijski eksperimenti. Oni čine pojmove očiglednijim, povezuju prirodno pojedina poglavlja i omogućavaju neposrednu praktičnu primjenu usvojenog gradiva. Stoga su ona ukomponirana u nastavni program. Ovakvim pristupom realizaciji nastave hemije, učenik će, uglavnom, učiti u školi, i ostajće mu više vremena za slobodne aktivnosti, druženje u porodici i formiranje cjelovite ličnosti.

Pismena provjera znanja nije obavezna, ali se preporučuje, jer daje pouzdane pokazatelje znanja, a kod učenika razvija sposobnost za samostalan rad, logičko mišljenje i egzaktnost, učvršćuje njihovo samopouzdanje.

Napomena: obradom nastavnih sadržaja iz ekologije, potrebno je da učenici ovladaju najnovijim naučnim dostignućima ove relativno mlade discipline, i spoznaju ulogu čovjeka u očuvanju stabilnosti eko-sistema. Time će shvatiti ulogu čovjeka u upravljanju i očuvanju prirodnih resursa, kako bi se osigurale i zadovoljile čovjekove potrebe danas i u budućnosti.

## METODSKA UPUSTVA UZ PROGRAM IZ ORGANSKE HEMIJE ( III razred redovne nastave ) ZA OPĆU GIMNAZIJU

S obzirom na to da su učenici u osnovnoj školi i prethodnom razredu gimnazije dijelimično učili sadržaj, koji se obrađuje i u trećem razredu gimnazije, ne treba ponovo obrađivati ono što je poznato, ili takvom sadržaju treba prići na dugi način, tj. ponoviti o ugljiku, organskoj hemiji i sadržajima organske hemije iz osnovne škole i predhodnog razreda gimnazije. Posebnu pažnju posvetiti nalaženju ugljika u prirodi ( minerali ugljika, struktura - dijamant i grafit).

Polazeći od strukture dijamanta (sistem kovalentne veze koja se proteže kroz čitav kristal) dolazimo do karakteristične strukture elementa ugljika – alifatični ugljikov tetraedar.

Grafit-njegova struktura, kao baza aromata ( aromatični prsten- šesterokut ). Na osnovu strukture dijamanta i grafita, izvršiti podjelu na lančane – ( alifatične – aliciklične) i ciklične ugljikove spojeve.

### Alifatični ugljikovodici

Istaći da su to lančani ugljikovodici. Dije se, s obzirom na vezu između C– atoma na: zasićene i nezasićene. Ponoviti, iz osnovne škole i predhodnog razreda gimnazije, šta su zasićeni ugljikovodici ( alkani ). Koja je kovalentna veza u alkana? Kakva je priroda te veze.

**Karakteristične reakcije alkana – reakcije alkana su uslovljene prisustvom kovalentne veze ( 1 električni par – veza ). Reakcije su spore. Na primer, obnoviti u metana ili etana i izvesti reakcije: supstitucije, kreking ( značajna reakcija u industriji nafte),** te reakcije oksidacije kao veoma važne i korisne reakcije.

Istaći da se produkti oksidacije mijenjaju u zavisnosti od reakcionih uslova.

Sagorjevanje, u motorima sa unutrašnjim sagorjevanjem, je hemijska reakcija od nemjerljive društvene i ekonomske važnosti.

### Nezasićeni ugljikovodici-reaktivna sposobnost

Ponoviti, šta su nezasićeni ugljikovodici. Vrste nezasićenih ugljikovodika (alkeni, alkini ). Dvostruke i trostruke veze kod alkana i alkina dovode do geometrijske izomerije-objasniti izomeriju kao i izomeriju položaja veze

Osobine nezasićenih ugljikovodika, tumačiti kao posljedicu građe.

Reakcije nezasićenih ugljikovodika su uslovljene prisustvom veze.

**Obnoviti reakcije adicije ( H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, HCl ), te polimerizacije zbog industrijske važnosti.**

Istaći važnost etena (etilena ) i etina (acetilena ) kao važne tehničke plinove i polazne materijale za raznovrsne sinteze.

### Benzen-aromatični ugljikovodik

Ponoviti aromatske ugljikovodike, benzen kao predstavnik aromatskih ugljikovodika. Kod pisanja Kekule-ove prstenaste strukturne formule, podsjetiti

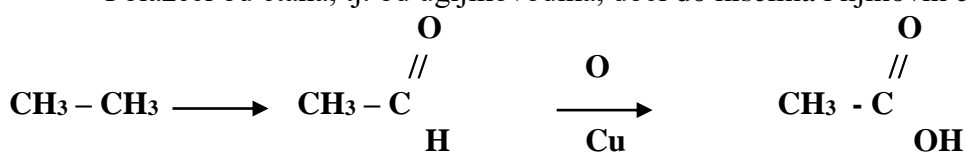
učenike na strukturu grafita, koji se smatra bazom aromata. U daljnjoj obradi benzena, koristiti modrnu strukturnu formulu, ne ulazeći u raznatranje te formule. Poći, kod objašnjenja, od postavke – da li u benzenu postoje dvosturke i jednostruke veze. Kvantno – mehanička teorija daje odgovore i objašnjava veliki dio eksperimentanih činjenica, kao što su jednaka dužina veze C-atoma i uglove između veza. Posljedica takve stukture je aromatski karakter.

Od reakcija benzena, objasniti reakcije supstitucija sa halogenim elementima. Nitrovanje, sulfoniranje, zatim reakcije redukcije. Na primjeru sinteze:

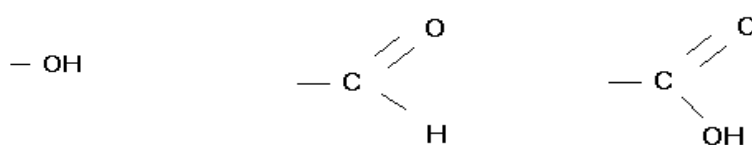
Ugalj – benzen ----- nitobnzen ----- anilin ----- anilinske boje ----- ilustrirati i istaći značaj hemije aromata u farmaceutskoj industriji boja.

## Funkcionalne grupe i organska hemija

Polazeći od etana, tj. od ugljikovodika, doći do kiselina i njihovih derivata

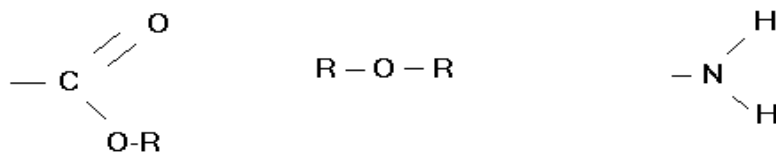


Izdvojiti odgovarajuće karakteristične grupe



To su funkcionalne grupe.

Pored ovih, nabrojati i druge:



Odgovoriti, šta su funkcionalne grupe ?

Naglasiti, da obje određuju osnovne hemijske osobine derivata ugljikovodika, dok alkilna grupa utiče na fizičke osobina.

Pomenuti, da jedan od načina klasifikacije organskih spojeva je klasifikacija prema sličnim hemijskim osobinama, tj. funkcionalnim grupama. Na primjer: alkoholi,

aldehidi, ketoni, kiseline i dr. Zatim, preći na značaj najvažnijih alkohola (etanol, glicerol), aldehida (formaldehid), ketona (acetona).

Istaći značaj sirćetne kiseline u industriji.

Sintezom alkohola i kiselina doći do estera i spomenuti ulogu estera (masti, biohemijski procesi, industrija sapuna).

Spomenuti da i aromatski ugljikovodici imaju svoje funkcionalne grupe.

### **Proteini ( ponoviti )**

Polazeći od već poznatih pojmova iz osnovne škole i predhodnog razreda gimnazije, ponoviti šta su proteini, koji je elementa karakterističan za ovu grupu spojeva, građevne jedinice proteina, tj. aminokiseline, peptidsku vezu, naglašavajući izvanrednu biohemijsku važnost proteina, kao i posljedicu njihove strukture.

U osnovnim crtama, dati karakteristike **primarne, sekundarne i tercijarne** strukture.

Kod obrade proteina, spomenuti i posvetiti značajnu pažnju prilikom obrade nukleinskih kiselina, koja najvažniju grupu biohemijskih polimera. Naglasiti da su to poliesteri fosforne kiseline, šećara riobez ili dva-dioksiriboze + ogranaka baza. Da su građevne jedinice nukleotidi, čijom plomerizacijom nastaju dvije osnove vrste nukleinskih kiselina RNK i DNK.

### **Plastične materije vlakna**

Ponoviti šta su **polimeri – vrste polimera** s obzirom na porijeklo, te **reakcije polimerizacije**.

Za stvaranje plastičnih masa, izdvojiti dvije reakcije: **polimerizacija adicijom i polimerizacija kondenzacijom**. Kao primjer, navesti: **polietilen, vinilklorid, polistiren, najlon**. Dati pregled osobina, odnosno ponašanje najvažnijih polimera, koje su određene strukturom i međusobnim reagiranjem džinovskih lanaca, koji ga izgrađuju.

Učenjem hemije, učenik treba razviti kritičan odnos svog ponašanja prema okruženju (okolini), racionalan odnos prema korištenju energije, te pravilan odnos prema odlaganju i recikliranju otpadnih tvari.

Putem edukacije, težiti razvijanju sposobnosti upotrebe znanja i umjeća pri rješavanju određenih problema vezanih za životnu okolinu, ekonomski razvoj i etička pitanja.

U zrak se svakodnevno izbacuju ogromne količine različitih polutanata, vode primaju stalno rastuće količine gradskih i industrijskih otpadnih voda. To je dovelo, do toga, da je u izvjesnim sredinama čovjekova okolina ugrožena i oštećena, do te mjere, da su potrebne hitne akcije za njeno unapređenje, kako bi se obezbjedila podnošljiva radna i životna sredina.

Upoznaati učenika na djelovanja tvari na okolinu, te spoznavanje potrebe i načina sprečavanja zagađenja ( onečišćenja ) **zraka, H<sub>2</sub>O i tla kao i r/a zračenja**.

Razumjevanje učenike da, **O<sub>3</sub> ( ozon ), tj. ozonski sloj štiti od smrtonosnih UV-zraka**.

Da bi se donosila ocjena o kvalitetu zraka, neophodno je **dobijene rezultate istraživanja uporediti sa standardima, odnosno onim koncentracijama**

**polutanata koje ne izazivaju mjerljive efekte na čovjeka i njegovu okolinu. Kod nas još ne postoje zvanični bosanskohercegovački standardi za kvalitet zraka.**

Ovakva zagađenja čovjekove okoline, predstavljaju ( prema svim stručnjacima ) problem na kojima je zasnovan opstanak života na zemlji.

Sa aspekta hemijske nauke učinjen je pokušaj, a i dalje se čini **da se pristup zagađenju navedenih medija, da na bazi osnovnih hemijskih principa primjenjenih na tri glavne faze problema: Izvor, analiza i kontrola zagađenja.** Međutim, moraju se uzeti u obzir i biološke ili ekološke osnove problema, iako se ne smije izgubiti iz vida, da su uticaji zagađenja na ljudsko zdravlje i eko sisteme od primarne važnosti prilikom razmatranja zaštite čovjekove okoline.

Na ovim programskim poglavljima, treba posebno isistirati i dati im prioritet. U protivnom, hemija kao važna naučna disciplina, u ovom domenu, ne bi ispunila svoju ulogu i očekivanja.

## **PROGRAMSKI SADRŽAJ REDOVNE NASTAVE REDOVNE NASTAVE ZA IV RAZRED GIMNAZIJE**

**1 ČAS SEDMIČNO 30 ČASOVA GODIŠNJE**

### **PREGLED PROGRAMSKIH SADRŽAJA**

1. UVOD	1
2. ELEKTROHEMIJA	8
3. ANALITIČKA HEMIJA	8
- OSNOVI KVALITATIVNE HEMIJSKE ANALIZE	
- OSNOVI KVANTITATIVNE HEMIJSKE ANALIZE	
4 HEMIJSKE REAKCIJE (Osnovi kinetike – brzine hemijske reakcije)	5
5. HEMIJSKA RAVNOTEŽA	8
UKUPNO ČASOVA:	<hr/> <b>30</b>

1. UVOD

2. ELEKTROHEMIJA

2.1. GALVANSKI ČLANCI

- Pojam i nastanak galvanskog članka, provodnici I i II reda, elektrode i procesi na elektrodama, šematski prikaz članka, definicija elektrodnog potencijala, standardni elektr.potencijal i objašnjenje tablice standardnih redukcionih potencijala.
- Pojam korozije, vrste i primjeri

## 2.2. ELEKTROLIZNI ČLANCI

2.1.1. Procesi elektrolize u rastopinama (taljevinama) i vodenim rastvorima na primjeru NaCl, Faradejevi zakoni elektrolize (informativno)

## 2.3. ELEKTROHEMIJSKI IZVORI ELEKTRIČNE STRUJE

2.3.1. Baterije – nepovratni galvanski članci informativno o baterijama bez ulaženja u hemizam procesa, nabrojati vrste baterija i šta predstavlja katodu, anodu i elektrolit.

Leklanšeov suhi članak

Alkalna baterija sa  $MnO_2$

Srebrna baterija

Akumulatori – povratni galvanski članci

- Olovni akumulator (Reakcija punjenja i pražnjenja)

- Alkalni akumulator Ni-Cd – akumulatori

### 2.3.2. VJEŽBA (PO GRUPAMA: (6 učenika u grupi)

I grupa: Istiskivanje jednog metala, iz rastvora njegove soli, drugim metalom na osnovu razlike elektrodnih potencijala i korozija na primjeru željezo-voda (izdvajanje Hg na Cu)

II grupa: Provodljivost vodenih rastvora elektrolita

III grupa: Prikazivanje korozije na parovima metala

Npr. Zn-Cu

IV grupa: Elektroliza vode u Hofmanovom elektrolizeru

V grupa: Elektroliza vodenog rastvora NaCl ili  $CuSO_4$

S topivom anodom.

## 3. ANALITIČKA HEMIJA

### 3.1. KVALITATIVNA HEMIJSKA ANALIZA

3.1.1. Analiza suhim i mokrim putem, reagensi i reakcije, osjetljivost reakcije, količina uzorka rastavljanje faza  
-Makro, suhim i mikro analiza

3.1.2. Podjela elemenata na katione i anione, tabela kationa, aniona sa grupnim reagensima

3.1.3.1. Grupa kationa i aniona

- Reakcije na:  $Ag^+$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$  kationa

- Reakcije na:  $Cl^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ , anione

3.1.3.2. Vježbe iz kvalitativne hemijske analize:

(Rad po grupama)

3.1.3.3. I grupa – Pripremanje uzoraka za mokri postupak analize

rastvaranje čvrstog uzorka u kiselini

( $CaCO_3$  u HCl)

II grupa – Kvalitativne reakcije (makro) na jone:  $Ag^+$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$

III kvalitativne reakcije na katione  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$

IV Odvajanje, dokazivanje olova i srebra iz rastvora

V Dokazivanje važnijih aniona:  $Cl^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$

3.1.3.4. Dokazivanje nepoznatog kationa u rastvoru i u smjesi 2 kationa

(po izboru profesora)

### 3.2. KVANTITATIVNA HEMIJSKA ANALIZA

#### 3.2.1. Osnovni principi i podjela klasičnih kvantitativnih metoda hemijske analize:

- Glavimetrija (princip) – izračunavanje rezultata
- Volumetrija (principi) izračunavanje rezultata
- Podjela volumetrijskih metoda na osnovu hemijskih Reakcija na kojim se zasniva metoda.
- Metode neutralizacije (alkaliherdimetrija, acidialkalimetrija)
- Redoks metode (permanganometrija, jodometrija, itd)
- Taložne metode – Argentometrija
- Kompleksometrija

Izračunavanje rezultata u volumetriji

#### 3.2.2. INSTRUMENTALNE METODE KVANTITATIVNE ANALIZE

- Elektrohemijske metode
- Optičke metode
- Hromatografske metode

#### 3.2.3. Gasna Hromatografija (principi) Radiohemijske analize (principi)

#### 3.2.4. Vježbe iz kvantitativne hemijske analize

I grupa – Vaganje na savremenoj digitalnoj vagi

II grupa – Upoznavanje sa odmjernim posudama i sipanje rastvora u odmjerne posude, pipete-pipetiranje

III grupa – taloženje i filtriranje taloga, savijanje filter papira i prenošenje u lončić za žarenje eksikator

IV grupa – Sipanje radnog rastvora u biretu i izvođenje titracija Uz odgovarajući indikator

V grupa – Određivanje  $\text{Fe}^{2+}$  sa  $\text{KMnO}_4$  ili određivanje  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sa  $\text{NaOH}$  ili kompleksometrijsko određivanje metala.

### 4. HEMIJSKA KINETIKA

#### 4.1. Kako nastaje hemijska reakcija, teorija sudara energija aktivacije

- Zadatak kinetike, pojam bazne hemijske reakcije i faktori koji utiču na nju:
    - promjena koncentracije
    - promjena temperature
    - agregatno stanje, dodirna površina, građa molekula i ugao pod kojim se čestice sudaraju
- uticaj katalizatora na brzinu hemijske reakcije i važnost katalize

#### 4.2. Izračunavanje brzine hemijske reakcije i konstanta brzine nepovratne reakcije

## 5. HEMIJSKA RAVNOTEŽA

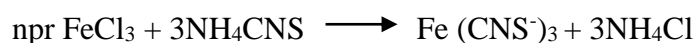
- 5.1. Šta je to ravnotežno stanje i kako se uspostavlja hemijska ravnoteža?  
Povratne (reverzibilne hemijske reakcije i konačne reakcije).  
Ravnoteža u homogenom i heterogenom sistemu
- 5.2. Konstanta ravnoteže i zakon o dejstvu masa  
(Guldberg Wagge) (Guldberg-Vog) Kakvo je značenje konstante ravnoteže. Kako se može uticati na ravnotežu i konstantu.  
Uticaj vanjskih faktora
- 5.3. Ravnoteže u rastvorima elektrolita. Jaki i slabi elektroliti. Termička, elektrolitička disocijacija, stepen i konstanta jonizacije kod slabih elektrolita
- 5.4. Jonski produkt vode i pH indikatori pH  
Ravnoteže u sistemu teško topivih elektrolita.  
Proizvod rastvorljivosti (produkt topivosti)

### VJEŽBA

Kinetika i ravnoteža

I grupa - Određivanje konstante ravnoteže računskim putem

II grupa – Ispitivanje pomjeranja ravnoteže neke hemijske reakcije



III grupa – Uticaj koncentracije reaktanata na brzinu reakcije:

IV grupa – Uticaj temperature na brzinu reakcije:

V grupa – Uticaj dodirne površine i agregatskog stanja na brzinu hemijske reakcije:

## **OBJAŠNJENJE ZA REALIZACIJU PROGRAMSKIH SADRŽAJA ( IV RAZRED REDOVNE NASTAVE )**

Obzirom da se u IV razredu hemija sluša 30 časova, u realizaciju nastavnog gradiva ne ulaziti duboko.

Zato je potrebno povezati nastavne sadržaje, sa prethodnim znanjem iz ovg predmeta.

Uvod: Po vlastitoj kreaciji profesora.

### ELEKTROHEMIJA

Da bi se savladali osnovni pojmovi iz elektrohemije, treba razlikovati elektrolite i neelektrolite, razlikovati jozinaciju od elektrolize, poznavati oksidaciju i redukciju, kako bi se mogli shvatiti procesi na elektrodama.

Uočiti razlike, u elektrodnim procesima, u toku elektrolize rastopina (galina) i vodenih rastvora nekih tvari. Osim toga, treba uočiti i razlike između galvanskih članaka i elektrolizera.

Kod elektrohemijskih izvora električne struje, ne ulaziti u detalje. Istaknuti razlike između nepovratnih i povratnih galvanskih članaka.

Kod akumulatora, dati reakciju samo za olovni akumulator, kao reverzibilni proces punjenja i pražnjenja, ostale akumulatore pomenuti samo principijelno navodeći šta je katoda, anoda i elektrolit.

#### VJEŽBA:

Poželjno je učenike podijeliti na grupe (6-7)

U jednoj grupi podijeliti ciklus na grupe.

Obzirom na kratko vrijeme, vježbe su prilagođene da se izvedu za 2 časa.

### 3. ANALITIČKA HEMIJA

U sklopu ove oblasti, učenike prvenstveno upoznati sa pojmom hemijske analize. Dati razlike između kvalitativne i kvantitativne hemijske analize. Istaknuti značaj kvalitativne i kvantitativne hemijske analize. Istaknuti značaj kvalitativne analize za kvantitativnu analizu.

#### 3.1. KVALITATIVNA ANALIZA

Navesti da postoje makro, semimikro i makro analiza i u čemu se one razlikuju.

Podjelu elemenata, na katione i anione i na grupe kationa i aniona, najbolje je prikazati tabelarno ili podijeliti kopirane tabele učenicima. Objasniti značenje tabela «Grupne reagense» i boje taloga pomoću kojih će vizuelno razlikovati neke katione i anione.

Obraditi po jednu (sa grupnim reagensom) i jednu specifičnu reakciju na pojedine katione i anione date u programskom sadržaju. Spomenuti da se kationi rijetko nalaze sami i da su, uglavnom, u smjesi iz koje se selektivno odvajaju.

#### 3.2. KVANTITATIVNA ANALIZA

Istaknuti da postoje klasične hemijske i savremene instrumentalne metode hemijske analize, ali da je klasična gravimetrijska metoda, sa savremenim elektronskim i digitalnim vagama, najtačnija i najpreciznija metoda koja daje najpouzdanije rezultate, pa se koristi za upoređivanje tačnosti ostalih metoda, uključujući i najsavremenije instrumentalne metode.

U realizaciji nastavnog sadržaja kvantitativne hemijske analize, dati samo osnovne principe pojedinih klasičnih metoda (Grafimetrije i volumetrije) i prikazati izračunavanje rezultata.

Za neke pojedinačne volumetrijske reakcije, navesti ko je titraciono sredstvo i indikator.

Kod instrumentalnih metoda, nabrojati ih pojedinačno i samo kratko navesti na čemu se zasnivaju, ne ulazeći u detaljnija objašnjenja.

VJEŽBA: - Kvalitativna analiza po grupama

VJEŽBA: - Kvantitativna analiza po grupama

### 4. HEMIJSKE REAKCIJE

Učenike upoznati kako dolazi do hemijske reakcije, šta je brzina reakcije i faktorima koji na nju utiču (bez ulaženja u detalje).

U hemijskoj ravnoteži, objasniti razlike između povratnih i konačnih reakcija. Na primjerima povratnih reakcija, izvesti izraz za konstantu ravnoteže. Navesti šta može uticati na ravnotežu i konstantu ravnoteže, kao vanjski faktori i objasniti princip

najmanjeg nasilja na primjeru sinteze  $\text{NH}_3$  kao egzotermnog i raspadu \_\_\_\_\_ kao endotermnog procesa.

Ravnoteže, u rstvovima elektrolita, bazirati na slabim elektrolitima, smatrajući i čistu destilovanu vodu kao slab elektrolit.

Prilikom obrade katalizatora, istaknuti i značaj katalizatora u ispušnim automobilskim sistemima u cilju smanjenja aerozagađenja.

Uopšte, u svim sadržajima istaknuti značaj očuvanja čovjekove okoline koja se ozbiljno narušava na različite načine.

Tokom izlaganja nastavnih sadržaja, izraditi sa učenicima i po koji računski primjer iz Faradejevih zakona elektrolize, brzine reakcije i hemijske ravnoteže (jednostavniji primjeri), jonskog produkta vode i pH, kao i produkta topivosti. Provjeriti znanje iz računskih zadataka (ali da dobijena ocjena iz zadataka nije odlučujuća).

Predlažemo da norma profesora hemije ne bude više od 18 časova zbog složenosti, pripreme i ukupne realizacije programa.

Stručna sprema nastavnika koji mogu realizovati program nastave hemije:

1. Prirodno-matematički fakultet (profesor hemije) ili filozofski fakultet (profesor hemije)
2. Prirodnomatemički fakultet diplomirani inženjer hemije s položenim ispitom iz pedagoške grupe predmeta (ali samo ako nema profesora)
3. Tehnološki fakultet sa položenom pedagoškom grupom predmeta, ali samo za postojeći nastavni kadar.

Udžbenici koji su u upotrebi i dalje se mogu koristiti do izlaska novog udžbenika pisanog prema ovom Nastavnom programu.

## **PROGRAMSKI SADRŽAJI IZBORNE NASTAV HEMIJE ( III RAZRED GIMNAZIJE)**

### **3 ČASA SEDMIČNO 105 ČASOVA GODIŠNJE**

Osnova za konkretizaciju navedenih zadataka su **nastavni sadržaji propisani programom**

## **PROGRAMSKI SADRŽAJ**

### **PREGLED TEMATSKIH CJELINA**

1. HISTORIJAT HEMIJE	5
2. EKOHEMIJA	12
3. REPETITORIJ HEMIJE (OPĆA, ANORGANSKA, ORGANSKA I BIOHEMIJA )	48
4. LABORATORIJSKE VJEŽBE	20
5. STEHIOMETRIJSKA IZRAČUNAVANJA	20

---

**UKUPNO ČASOVA: 105**

## 1. HISTORIJAT HEMIJE

- nastanak hemije
- predalhemijski period
- period ujedinjenja
- hronologija nobelove nagrade za hemiju

## 2. EKOHEMIJA

- uvod u ekološku hemiju
- uticaj čovjeka na životnu sredinu
- uticaj tehničkog razvoja
- zagađivanje atmosfere ( izvori zagađivanja , ozonske rupe)
- zagađivanje vode, izvori pitke vode ( efekti zagađivanja, sanitarne , industrijske i otpadne vode)
- zagađivanje zemljišta ( uticaj urbanizacije , komunalni i industrijski otpad , specijalni otpad )
- otpaci kao sekundarne sirovine i sekundarni izvori energije ( recikliranje i biorazgradnja )
- kontrola zagađivanja i mjere zaštite ( kontrola atmosfere vode i tla )
- prostorni plan ( izgradnja industrijskih pogona i uređenje okoline )

Vježbe :

1. Način dobijanja pitke vode ( posjeta pumpnoj stanici )
2. Otpad u gradskim aglomeracijama ( posjeta gradskoj deponiji )

## 3. REPETITORIJ

Opća hemija

- Stehiometrijski zakoni , gasni zakoni
- Građa atoma
- Katodni zraci i otkriće elektrona
- Otkriće radioaktivnosti
- Kanalni zraci i spektrograf masa . Izotopi
- Emisijska i apsorpcijska spektralna analiza
- Kvantni brojevi i Paulijev princip isključenja
- Hemijske veze
- Osobine spojeva građenih po tipu jonske , kovalentne i metalne veze
- Kompleksni ioni i molekule
- Disperzni sistemi
- Koloidno disperzni sistemi—koloidi
- Optičke osobine koloida , dobijanje koloida
- Građa koloidnih čestica
- Razlike liofilnih i liofobnih čestica

Anorganska hemija

- Periodni sistem elemenata
- Rendgensko zračenje ( X-zračenje). Radioaktivni elementi

- Mozlijev zakon
- Periode i grupe u periodnom sistemu
- Primjena periodnog sistema ( simboli, nomenklatura)
- Pregled elemenata po grupama i praktična primjena PSE
- Važniji tehnički metali ( Fe, Al, Cu, Pb, Zn )
- Primjena i spojevi
- Plemeniti metali ( AG, Au, Pt )
- Fotografija , nastajanje fotografije, fiksiranje i kopiranje
- Važniji nemetali ( O, H , N, Cl i S )

### Organska hemija

- Ugljik . Hemijske veze u organskim spojevima, hibridizacija , hibridne orbitale,  $sp^3$ ,  $sp^2$  i  $sp$  – hibridizacija
- Vrste organskih spojeva i funkcionalne grupe
- Organske hemijske reakcije
- Opšte reakcije u organskoj hemiji ( oksidacija, redukcija, hidratacija, dehidratacija, kondenzacija )
- Vrste organskih reakcija ( supstitucija, eliminacija, adicija i polimerizacija)
- Mehanizmi u organskim reakcijama
- Ugljikovodici
- Šema podjele, opće formule, homolozi, važni predstavnici i upotreba
- Optička izomerija
- Geometrijska izomerija
- Mezomerija
- IUPAC nomenklatura
- Halogeni derivati zasićenih, nezasićenih i aromatičnih ugljikovodika
- Važni predstavnici i upotreba
- Organski spojevi sa oksigenom
- Karbonske kiseline-dikarbonske kis, oksidne kiseline i derivati karbonskih kiselina (halogenidi, esteri, amidi, anhidridi)

### Biohemija

- Ugljikohidrati
- Šema podjele, važni predstavnici, stereoizomerija, ciklična struktura, reakcije ugljikohidrata
- Lipidi
- Fosfolipidi, voskovi , steoidi
- Aminokiseline
- Struktura polipeptida i proteina
- Biosinteza proteina
- Enzimi
- Nukleinske kiseline
- Transkripcija genetičke informacije
- Vitamini i hormoni
- Alkaloidi

#### 4. LABORATORIJSKE VJEŽBE

##### 1. Uvod u laboratorijski rad

- Mjere predostrožnosti pri radu
- Laboratorijski pribor i posuđe

##### 2. Laboratorijske vježbe

- Obrada stakla ( rezanje i poliranje cijevi, savijanje cijevi i izrada kapilara )
- Vaganje
- Rastavljanje smjesa na čiste tvari ( destilacija I filtriranje)
- Fizikalna svojstva spojeva ( određivanje tačke topljenja benzoeve kiseline, određivanje tačke ključanja etanola, ekstrakcija joda iz vodene otopine pomoću hloroforma)
- Sublimacija ( jod )
- Prekristalizacija ( benzoeva kiselina )
- Bojenje plamena
- Dobivanje vodika i kisika
- Dobijanje kristala modre galice  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (rast kristala)
- Određivanje molarnog volumena kisika
- Pripremanje rastvora
- Razređivanje rastvora
- Utvrđivanje toplote jednog egzotermnog procesa
- Reakcije taloženja i rastvaranja
- Ovisnost topljivosti o temperaturi
- Pripremanje koloidnih rastvora . Tyndal-ov efekat
- Difuzija ( $\text{CuSO}_4$  i voda ) i osmoza (  $\text{NH}_3$  I  $\text{HCl}$  )
- Dobivanje i osobine amonijaka

#### 5. STEHIOMETRIJSKA IZRAČUNAVANJA

##### 1. Fizičke veličine i jedinice SI sistema

( računanje s veličinama i jedinicama )

##### 2. Mase atoma i molekula. Molarne veličine

##### 3. Svojstva gasova

4. Struktura atoma i hemijske veze
5. Sastav tvari  
(maseni udio, molarni udio, volumni udio, empirijska formula)
6. Koncentracije rastvora
7. Hemijske jednačine
8. Izračunavanja pomoću hemijskih jednačina

### **UPUTSTVO ZA IZVOĐENJE PROGRAMA (III RAZRED IZBORNA NASTAVA)**

Program izborne nastave hemije za gimnazije sadržajno je koncipiran tako da predstavlja nadgradnju sadržaja programa redovne nastave. Pri operacionalizaciji cilja i zadataka ponuđenog programa, potrebno je ostvariti slijedeće procese:

- sistematično sakupljanje podataka i informacija
- sposobnost povezivanja hemijskih informacija
- spoznavanje prirode naučne misli
- značaj hemije za trajni čovjekov razvoj
- briga za zdravlje i sigurnost pri radu
- usvajanje metodologije naučnog rada

Sam program sastoji se iz nekoliko tematskih cijelina koje su, globalno uzevši, podređene pripremi učenika za maturu, upis na studiji zdravstvenog usmjerenja i usmjerenja gdje se iz hemije polaže prijemni ispit, te sticanje osnova ekološke kulture neophodne za zdrav život

Pri izučavanju historije hemije, potrebno je da učenici shvate među ovisnost razvoja naučne misli i socijalnih historijskih okolnosti.

Obrada nastavnih sadržaja iz ekologije, zahtijeva da učenici ovladaju najnovijim naučnim dostignućima ove relativno mlade discipline, i spoznaju ulogu čovjeka u očuvanju eko sistema. Time će shvatiti ulogu čovjeka u upravljanju i očuvanju prirodnih resursa, kako bi se osigurale i zadovoljile čovjekove potrebe danas i u budućnosti.

Za realizaciju ovih sadržaja, preporučena je literatura u prilogu ovog teksta.

**Repetitorij hemije** sastojao bi se u kratkom ponavljanju osnovnih sadržaja iz oblasti opće, anorganske, organske i biohemije, sa akcentom na njihov sistematičan pregled, a potom generaliziranje. Pri pregledu ovih sadržaja, koji se baziraju na pređenom kursu redovne nastave, praktično bi bilo korištenje grafo- folija sa šematskim prikazima podjela, formula i naziva glavnih predstavnika grupa spojeva, očim formulama, crtežima aparatura itd. Ovakav način ponavljanja maksimalno angažira vizuelnu percepciju učenika i olakšava sistematizaciju gradiva. Kao literatura, u realizaciji, koriste se udžbenici propisani u redovnoj nastavi.

**Laboratorijske vježbe i stehiometrijska izračunavanja** prate repertitoriji hemije, konkretizujući teoretske sadržaje. Eksperimentima i izradom problemskih zadataka

stjeće se upotrebljivo znanje. Odabir vježbi i računskih zadataka vrši nastavnik, u skladu sa uvjetima rada, kvalitetom učenika i stupnjem njihove motivisanosti. Nakon ponavljanja teoretskih znanja i njihove primjene na laboratorijske vježbe i problemske zadatke, učenici će biti spremni (stječeno upotrebljivo znanje) za izradu testova sa prijemnih ispita iz proteklih rokova na fakultetima zdravstvenog usmjerenja i drugim fakultetima gdje se polaže hemija. Na taj način, moćiće izvršiti vlastitu procjenu svog znanja i pronaći "šupljine" koje će morati popuniti.

#### LITERATURA:

- Janković: Historija hemije, Univerzitet u Sarajevu 1999.
- Tuhtar: Zagađenje zraka i vode, Svjetlost Sarajevo 1990.
- Festić: Čovjek i priroda na putu promjena, Svjetlost Sarajevo 1990.
- Grupa autora: Kako spasiti zemlju, Bgd. 1991.

### **PROGRAMSKI SADRŽAJI IZBORNE NASTAVE HEMIJE (IV RAZRED GIMNAZIJE) TRI ČASA SEDMIČNO UKUPNO 90 ČASOVA GODIŠNJE**

Osnova za konkretizaciju navedenih zadataka su **nastavni sadržaji propisani programom**

#### **PROGRAMSKI SADRŽAJ PREGLED TEMATSKIH CJELINA**

1.	HEMIJSKA KINETIKA	8
	ANALITIČKA HEMIJA -kvalitativna analiza -kvantitativna analiza	22
3.	ELEKTROHEMIJA	12
4.	PRIMJENA HEMIJE -anorganska tehnologija -organska tehnologija	18
5.	POSJETA TEHNOLOŠKIM POSTROJENJIMA	10
6.	IZRADA TESTOVA ZA PRIJEMNE ISPITE	20
	<b>UKUPNO ČASOVA:</b>	<b>90</b>

## 1. Hemijska kinetika

- Brzina hemijske reakcije (pojam)
- Faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije
- Hemijska ravnoteža (konstanta ravnoteže)
- Jonski proizvod vode
- Ph-vrijednost
- Produkt toplivosti

## 2. Analitička hemija

### Kvalitativna analiza

- Tipovi hemijske reakcije u analitičkoj hemiji (taloženje, kompleksi, reduks reakcije)
- Šematski pregled kationa i aniona (podjela, grupni reagensi, predstavnici)
  - Pojedinačne reakcije (kation=2 časa, anioni=2 časa)
  - Razdvajanje smjese kationa
  - Rezime-kvalitativna analiza

### Kvantitativna analiza

- Volumenska analiza (standardizacija rastvora, izračunavanje)
- Gravimetrijska analiza (izračunavanje)
- Fizičko-hemijske metode...

## 3. Elektrohemija

### Osnovi elektrohemije:

- Hemijski procesi i elektricitet

### Faradejevi zakoni elektrolize

Vježba: Provjera Faradejevih zakona. Kulometri

### Električna vodljivost elektrolita

Vježbe: Konduktometrijske titracije

### Galvanski članci i elektrodni potencijal

Vježbe: Pripremanje olovnog akumulatora  
mjerenje potencijala...

### Rezime i ponavljanje

## 4. Primjenjena hemija (anorganska i organska tehnologija)

### Uvod:

opći pojmovi, tehnološke operacije

### Anorganska hemijska tehnologija

- Dobivanje metala: Al, Fe, Cu, Pb, Zn

Vježba: Redukcija CuO ili PbO. Flotacija  
- Hloralkalna tehnologija  
- Dobivanje: NaOH, Cl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
Vježba: dobivanje Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
Tehnologija anorganskih kiselina  
(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)  
Vježba: Sinteza amonijaka

#### Organska hemijska tehnologija

Tehnologija sinteze polimera (podjela, nastanak)  
(Dobivanje polietilena, polistirena)  
Tehnologija celuloze i papira  
(Dobivanje celuloze, dobivanje papira)  
Nafta i naftni derivati  
(Prerada nafte, bitumen-sastav)  
Površinski aktivne supstance (sapuni, deterdženti)  
Vježba: Dobivanje sapuna  
Tehnologija šećera  
Vježba: Dobivanje alkohola iz šećera –  
alkoholno vrenje  
Tehnologija lijekova (Farmaceutska industrija)  
Vježba: Sinteza aspirina

#### 5. Posjeta tehnološkim postrojenjima

Jedan čas potrebne teorije pripreme o načinu ponašanja u pogonu mjerama zaštite i načinu vođenja pismenih zapažanja.  
Posjetiti raspoložive tehnološke kapacitete.

#### 6. Prerada testova za prijemne ispite

Osnova za realizaciju ovog dijela programa su testovi sa prijemnih (kvalifikacionih) ispita sa onih fakulteta na kojima se hemija polaže na prijemnom ispitu (Veterinarski, Poljoprivredni, Tehnološki, Farmaceutski, Medicinski, Stomatološki, Prirodno-matematički, ...)  
Program realizirati tako što četiri (4) časa utrošiti za teorisku pripremu, šest (6) časova za ponavljanje i utvrđivanje već saznalog a deset (10) časova utrošiti a samu provjeru znanja putem testova i na taj način učenike pripremiti ne samo za prijemni ispit već i za takav oblik provjere usvojenog znanja.

#### **Uputstvo za izvođenje programa (IV razred izborna nastava)**

Programski sadržaji grupisani su u šest tematskih cjelina, sa predviđenim fondom sati naznačenim uz nazive tematskih cjelina. Tipovi časova stoje u određenoj

srazmjeri, što nastavniku omogućava maksimalno racionalno korištenje vremena po pojedinim tipovima časa.

Sami programski sadržaji koncipirani su tako da daju učeniku šira znanja iz pojedinih hemijskih područja, ali i omoguće potrbno predznanje za kvalitetan nastavak školovanja, na onim fakultetima, na kojima je hemija fundamentalna nauka.

Da bi realizacija ovog programa bila uspješna, nastavnik treba što veći akcenat da stavi na individualni rad samih učenika. Neminovan, izraženi akcenat kod učenika, staviti na izradu stehiometrijskih iz hemijske kinetike.

Programske sadržaje iz analitičke hemije, obavezno je realizirati kroz grupni rad u hemijskoj laboratoriji, gdje učenici treba da steknu osnovna znanja rada u laboratoriji. Onaj dio, koji može da se realizira u hemijskoj laboratoriji iz elektrohemije, takođe je potrebno, kroz grupni rad učenika, realizirati sa akcentom na kombinaciju laboratorijskog rada i hemijskog izračunavanja.

Realizacija programskih sadržaja iz oblasti primjenjene hemije, potrebno je realizirati kao kombinaciju tematskih izlaganja nastavnika i raznih skica i šema, koje treba da izrade sami učenici, što bi kao rezultat trebalo da da sticanje osnovnih znanja o onim tehnološkim procesima, koji su predviđeni programom, i koji bi učenike trebali upoznati sa onim procesima koji čine pojedine cjeline.

Sadržaje pojedinih testova, kao dio programa pripreme učenika za kvalifikacione ispite na pojedinim fakultetima, neminovno je realizirati kroz rad i rješavanje testova i računskih zadataka, uz obaveznu teorijsku pripremu nastavnika.

Posjete tehnološkim postrojenjima, kao dio predviđenog programa, realiziraće se uslovljeno u zavisnosti od mogućnosti same sredine, hemijskih postrojenja koja su u mogućnosti učenici da posjete, ali i od udaljenosti škole od većih industrijskih centara.

#### **N a p o m e n a :**

isti program će se koristiti i za treći izborni predmet hemije u četvrtom razredu i realizirat će se u okviru 60 časova, s tim što će se izvršiti sažimanje, po svim nastavnim cjelinama, u procentnom smanjenju časova (oko 33,3%)

#### **Profil i stručna sprema nastavnika za realizaciju programa :**

**Prirodno-matematički fakultet- grupa hemija, *stručno zvanje profesor hemije ili prirodno-matematički fakultet- grupa hemija, stručno zvanje-dipl.ing.hemije sa položenim pedagoškom grupom predmeta.***

**Filozofski fakultet-odsjek hemija (jedno predmetna grupa), *stručno zvanje profesor hemije.***

**Hemiju mogu predavati i profesori koji su završili i neki drugi nastavnički fakultet gdje je hemija glavni ili ravnopravni predmet u dvopredmetnoj grupi.**