

## ХЕМИЈА

### Циљ и задаци

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

Задаци наставе хемије су да ученици:

- развију хемијску научну писменост и способност комуникација у хемији;
- оспособе се за претраживање хемијских информација применом савремених информационих технологија;
- овладају основама научног метода у хемији и схвате значај хемијског експеримента као примарног извора знања и основног метода сазнавања у хемији;
- разумеју појаве и процесе у природи са аспекта хемијског изучавања;
- разумеју однос условљености својстава супстанци њиховом структуром;
- разумеју условљеност својстава хемијског система његовим квалитативним саставом и квантитативним односом његових компоненти;
- примењују основне хемијске концепте ( корпускуларни концепт, концепт одржања материје, концепт равнотеже, концепт развојности хемијских теорија) за тумачење хемијских структура и процеса:
- овладају основним техникама лабораторијског рада;
- разумеју значај хемијске производње за савремено друштво;
- разумеју значај хемије за различите савремене технологије;
- развију свест о повезаности хемије у систему природних наука са техничко-технолошким, социо-економским и друштвеним наукама;
- буду оспособљени за заштиту од потенцијалних ризика у хемији и науче да адекватно реагују при незгодама у хемијској лабораторији и свакодневном животу;
- разумеју значај хемије и хемијске производње за одрживи развој;
- развију одговоран став према коришћењу супстанци у свакодневном животу и професионалном раду;
- развију осетљивост за проблеме и способност решавања проблема, логичко и критичко мишљење;
- развију одговорност, систематичност, прецизност у раду и позитиван став према учењу;
- развију свест о сопственом знању и потреби за перманентним хемијским образовањем;
- унапреде сарадњу и тимски рад.

**I разред**  
**гимназија општег типа и гимназија природно-математичког смера<sup>1</sup>**  
(2 часа недељно, 74 часа годишње; 64 часа теоријске наставе, 10 часова вежби)

**САДРЖАЈИ ПРОГРАМА**

**ВРСТЕ СУПСТАНЦИ**

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

**СТРУКТУРА АТОМА**

Структура атома. Атомска маса и атомски број. Изотопи. Изградња електронског омотача. Електронска конфигурација и Периодни систем елемената. Енергија јонизације и афинитет према електрону. Периодична својства елемената.

**Демонстрациони огледи:**

Упоредивање реактивности елемената 1. групе Периодног система елемената; бојење пламена.

Упоредивање реактивности елемената 17. групе Периодног система елемената.

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

**ХЕМИЈСКЕ ВЕЗЕ**

Јонска веза (кристална решетка натријум-хлорида). Ковалентна веза. Поларност молекула. Међумолекулске интеракције и водонична веза. Атомске и молекулске кристалне решетке. Метална веза.

Основна својства супстанци у свим агрегатним стањима и њихова међусобна повезаност.

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

**Демонстрациони огледи**

Сублимација јода.

Испитивање поларности молекула воде.

**ДИСПЕРЗНИ СИСТЕМИ**

Дисперзни системи: појам и врсте. Растворљивост. Значај и примена колоидних раствора, суспензија и емулзија.

Прави раствори: процентни састав раствора и количинска концентрација.

**Демонстрациони огледи**

Добијање и испитивање својстава презасићеног воденог раствора натријум-ацетата.

Испитивање растворљивости различитих супстанци у поларним и неполарним растварачима.

**Вежбе (2)**

Припремање водених раствора одређене количинске концентрације.

---

<sup>1</sup> Садржаји теоријске наставе, у сва четири разреда, идентични су за општи тип гимназије и природно-математички смер. Садржаји програма вежби за ученике другог и трећег разреда природно-математичког смера исказани су посебно.

## ХЕМИЈСКЕ РЕАКЦИЈЕ

Стехиометријска израчунавања на основу хемијских једначина.

Енергетске промене при хемијским реакцијама (егзотермне и ендотермне реакције, реакциона топлота, Хесов закон).

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

Хемијска равнотежа. Фактори који утичу на хемијску равнотежу.

### Демонстрациони огледи:

Кретање честица као услов за хемијску реакцију (реакција између чврстог сребро-нитрата и чврстог калијум-јодида или између гасовитог амонијака и гасовитог хлороводоника).

Размена енергије између система и околине.

### Вежбе (4)

Чиниоци који утичу на брзину хемијске реакције (природа реактанта: реакције између цинка и етанске киселине и хлороводоничне киселине истих количинских концентрација; концентрација реактанта: реакција између цинка и 5 % и 20 % хлороводоничне киселине; температура: реакција између цинка и 5 % хлороводоничне киселине на 25 °C и на 60 °C; додирна површина реактанта: реакција калијум-јодида и олово(II)-нитрата; катализатори: разлагање водоник-пероксида уз катализатор манган(IV)-оксид).

Чиниоци који утичу на хемијску равнотежу: промена концентрације учесника реакције (утицај додатка чврстог амонијум-хлорида или чврстог гвожђе(III)-хлорида у реакцији гвожђе(III)-хлорида са амонијум-тиоцијанатом; промена температуре: реакција димеризације азот(IV)-оксида).

## КИСЕЛИНЕ, БАЗЕ И СОЛИ

Раствори електролита. Електролитичка дисоцијација. Јаки и слаби електролити. Јонске реакције.

Протолитичка теорија киселина и база. Протолитичка равнотежа у води. Концентрација јона у воденим растворима киселина, база и соли. рН вредност водених раствора.

### Демонстрациони огледи:

*Сузбијање дисоцијације* у реакцији гвожђе(III)-хлорида и амонијум-тиоцијаната.

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

### Вежбе (3)

*Добијање соли* (сједињавање цинка и сумпора, реакција бакар(II)-сулфата и цинка, реакција олово(II)-оксида и хлороводоничне киселине, реакција баријум-хлорида и натријум-сулфата, реакција сребро-нитрата и хлороводоничне киселине, реакција гвожђе(III)-хлорида и натријум-хидроксида).

*Јонске реакције* (реакције раствора баријум-хлорида и разблажене сумпорне киселине, раствора сребро-нитрата и натријум-хлорида, чврстог натријум--карбоната и хлороводоничне киселине).

*Титрација* раствора јаке киселине јаком базом.

## ОКСИДОРЕДУКЦИОНЕ РЕАКЦИЈЕ

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

Појам електролизе и галванског спрега. Корозија.

**Демонстрациони огледи**

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

**Вежбе (1)**

Напонски низ метала: поређење редукционе моћи метала.

**I разред**  
**гимназија друштвено-језичког смера**  
(2 часа недељно, 74 часа годишње)

**САДРЖАЈИ ПРОГРАМА**

**ВРСТЕ СУПСТАНЦИ**

Врсте супстанци. Хемијски елементи, једињења и смеше.

**СТРУКТУРА СУПСТАНЦИ**

Појам атома. Изотопи. Изградња електронског омотача атома. Електронска конфигурација атома и Периодни систем елемената. Периодична својства елемената. Енергија јонизације и афинитет према електрону.

Јонска веза. Ковалентна веза. Водонична веза. Метална веза. Својства супстанци са јонском и ковалентном везом.

Квантитативно значење хемијских симбола и формула. Количина супстанце, моларна маса и моларна запремина.

**Демонстрациони огледи:**

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

Сублимација јода.

**ДИСПЕРЗНИ СИСТЕМИ**

Дисперзни системи: појам и врсте. Растворљивост. Процентни састав раствора и количинска концентрација.

Раствори електролита. Електролитичка дисоцијација. Јаки и слаби електролити. Јонски производ воде и рН вредност водених раствора.

**Демонстрациони огледи:**

Испитивање растворљивости различитих супстанци у поларним и неполарним растварачима.

Одређивање рН вредности различитих водених раствора помоћу универзалне индикаторске хартије.

**ХЕМИЈСКЕ РЕАКЦИЈЕ**

Стехиометријска израчунавања на основу хемијских једначина.

Енергетске промене при хемијским реакцијама. Брзина хемијске реакције и фактори који утичу на њу. Хемијска равнотежа и фактори који утичу на равнотежу.

Оксидоредукциони процеси.

### **Демонстрациони огледи:**

Кретање честица као услов за хемијску реакцију (реакција између чврстог сребро-нитрата и чврстог калијум-јодида или између гасовитог амонијака и гасовитог хлороводоника.)

Размена енергије између система и околине.

Чиниоци који утичу на брзину хемијске реакције (природа реактанта: реакција између цинка и етанске и хлороводоничне киселине истих количинских концентрација; концентрација реактанта: реакција између цинка и хлороводоничне киселине различитих концентрација; температура: реакција цинка са хлороводоничном киселином на различитим температурама; додирна површина реактанта: реакција калијум-јодида и олово(II)-нитрата; катализатори: разлагање водоник-пероксида уз катализатор манган(IV)-оксид)

Чиниоци који утичу на хемијску равнотежу: промена концентрације учесника реакције (утицај додатка чврстог амонијум-хлорида или чврстог гвожђе(III)-хлорида у реакцији гвожђе(III)-хлорида са амонијум-тиоцијанатом; промена температуре (реакција димеризације азот(IV)-оксида); титрација раствора јаке киселине јаком базом.

Оксидоредукционе реакције: реакција гвожђе(II)-сулфата са калијум-перманганатом у киселој и базној средини; реакција гвожђа са раствором бакар(II)-сулфата.

## **ХЕМИЈА ЕЛЕМЕНАТА И ЈЕДИЊЕЊА**

Племенити гасови: својства, значај и примена

Својства, значај и примена елемената 17. 16. 15. 14. и 13. групе Периодног система елемената и њихових важнијих једињења.

Својства, значај и примена елемената 1. и 2. групе Периодног система елемената и њихових важнијих једињења.

Прелазни метали и важнија једињења ових елемената: својства, значај и примена.

### **Демонстрациони огледи:**

Сагоревање сумпора и угљеника у чистом кисеонику и испитивање својстава насталих оксида.

Добијање и испитивање својства амонијака.

Добијање пластичног сумпора.

Реакција магнезијума и алуминијума са хлороводоничном киселином.

Добијање хидроксида магнезијума и алуминијума.

Доказивање базности магнезијум-хидроксида и амфотерности алуминијум-хидроксида.

Таложeње хидроксида бакра из раствора плавог камена.

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

## **ХЕМИЈСКИ АСПЕКТИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ**

Хемијски загађивачи животне средине. Загађивање атмосфере. Загађивање воде.

Загађивање земљишта. Хемијски отпад.

**II разред**  
**гимназија општег типа и гимназија природно-математичког смера**  
(2 часа недељно, 70 часова годишње)

**САДРЖАЈИ ПРОГРАМА**

**ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ЕЛЕМЕНАТА**

Периодичност промене структуре и својстава елемената у Периодном систему елемената. Неметали, метали и металоиди у ПСЕ.

**ВОДОНИК**

Општа својства и распрострањеност водоника. Изотопи водоника. Значај и примена једињења водоника: вода, водоник-пероксид, хидриди.

**Демонстрациони огледи:**

Добијање водоника и испитивање његових својстава. Дејство молекулског и атомског водоника на калијум-перманганат.

**ЕЛЕМЕНТИ 1. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА**

Општа својства елемената у групи. Својства, значај и примена једињења: натријум-хлорид, натријум-хидроксид, натријум-карбонат (добивање ових једињења) и калијум-нитрат.

**Демонстрациони огледи:**

Реакције натријума и калијума с водом.

**ЕЛЕМЕНТИ 2. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА**

Упоредна својства елемената у групи, поређење са алкалним металима, одступање код берилијума. Реакција земноалкалних елемената с водом. Својства, значај и примена једињења: магнезијум-карбонат, калцијум-оксид, калцијум-хидроксид (добивање калцијум-оксида и калцијум-хидоксида), калцијум-карбонат, калцијум-сулфат.

**Демонстрациони огледи:**

Добијање магнезијума-хидоксида.

Доказивање базности магнезијум и калцијум-хидоксида.

Реакција магнезијума и калцијума са хлороводоничном киселином.

**ЕЛЕМЕНТИ 13. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА**

Упоредна својства елемената у групи. Алуминијум. Добивање алуминијума. Легуре алуминијума. Својства, значај и примена једињења алуминијума: оксид, хидрид, алуминати, двоугубе соли.

**Демонстрациони огледи:**

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

**ЕЛЕМЕНТИ 14. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА**

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

Калај, олово и упоредна својства њихових једињења.

**Демонстрациони огледи:**

Добијање чађи.

Добијање и испитивање својстава угљеник(IV)-оксида.

#### ЕЛЕМЕНТИ 15. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

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

**Демонстрациони огледи:**

Добијање и испитивање својстава азота, амонијака и азотне киселине.

#### ЕЛЕМЕНТИ 16. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

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

**Демонстрациони огледи:**

Добијање пластичног сумпора.

Добијање и испитивање својстава сумпор(IV)-оксида.

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

#### ЕЛЕМЕНТИ 17. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

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

**Демонстрациони огледи:**

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

Бељење хлорним кречом.

#### ЕЛЕМЕНТИ 18. ГРУПЕ ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА

Упоредна својства племенитих гасова у групи.

#### ПРЕЛАЗНИ МЕТАЛИ

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

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

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

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

Својства и значај комплексних једињења гвожђа, кобалта и никла.

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

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

**Демонстрациони огледи:**

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

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

#### ЛАНТАНИДИ И АКТИНИДИ

Упоредна својства лантанида. Оксиди лантанида. Упоредна својства актинида.

#### ХЕМИЈСКИ АСПЕКТИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Хемијски загађивачи животне средине. Загађивање атмосфере. Загађивање воде.

Загађивање земљишта. Хемијски отпад.

**II разред**  
**гимназија природно-математичког смера**  
(1 час недељно, 35 часова годишње)

**САДРЖАЈИ ПРОГРАМА ВЕЖБИ<sup>2</sup>**

**УВОД У ЛАБОРАТОРИЈСКУ ТЕХНИКУ**

Правила за безбедан рад у хемијској лабораторији. Мере предострожности, противпожарна заштита. Гашење пожара, мере прве помоћи. Хемикалије: подела, чување, означавање на етикети, чистоћа, концентрација. Индикатори: врсте, употреба. Лабораторијски прибор: подела, одржавање и употреба. Апаратуре и састављање апаратура. Грејање, употреба купатила и грејалица. Ваге, мерење масе чврстих супстанци. Мерење запремине течности.

**ОСНОВНЕ ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ОПЕРАЦИЈЕ**

Поступци за одвајање супстанци. Филтрирање смеше уситњене креде и воде. Дестилација раствора плавог камена. Прекристализација плавог камена.

**РЕАКЦИЈЕ И СВОЈСТВА НЕОРГАНСКИХ СУПСТАНЦИ**

Методе аналитичке хемије. Принципи квалитативне хемијске анализе.

Доказивање јона алкалних метала у пламену. Реакција алкалних метала са водом. Хидролиза соли алкалних метала.

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

Испитивање својстава алуминијума, калаја и олова. Доказивање јона алуминијума, калаја и олова. Добијање хидроксида алуминијума, калаја и олова и доказивање њихове амфотерности.

Упоредивање редукционих способности прелазних метала. Испитивање својстава цинка, гвожђа и бакра. Доказивање јона прелазних метала: гвожђа, мангана, сребра, цинка, бакра, живе.

Испитивање оксидационе способности калијум-перманганата у различитим срединама.

Испитивање оксидационе способности калијум-дихромата. Превођење хроматног у дихроматни јон и обрнуто.

Упоредивање оксидационих способности халогених елемената. Доказивање хлоридног, бромидног и јодидног јона. Испитивање својстава и доказивање јода.

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

Добијање и испитивање својстава азота, амонијака и азот(IV)-оксида. Доказивање амонијум јона. Доказивање нитратних и фосфатних јона.

Сагоревање магнезијума у угљеник(IV)-оксиду. Хидролиза соли угљене киселине. Дејство киселина на соли угљене киселине. Доказивање карбонатног јона.

Квантитативна хемијска анализа. Принцип волуметријских одређивања (стандардни раствори, завршна тачка титрације, израчунавање резултата). Ацидиметрија и алкалиметрија.

---

<sup>2</sup> Вежбе се остварују у групама од 12 до 16 ученика.



**II разред**  
**гимназија друштвено-језичког смера**  
(2 часа недељно, 70 часова годишње)

**САДРЖАЈИ ПРОГРАМА**

**УВОД У ОРГАНСКУ ХЕМИЈУ**

Својства угљениковог атома (валенца, оксидациони број). Структура органских молекула. Формуле органских молекула (молекулске, структурне, рационалне, скелетне). Функционалне групе и класификација према функционалним групама.

**УГЉОВОДОНИЦИ**

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

Циклоалкани, структура и представници.

Структура молекула и геометријска изомерија алкена. Номенклатура алкена. Добијање алкена и физичка и хемијска својства.

Диени, номенклатура и карактеристичне реакције.

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

Структура бензена. Хомологи ред. Номенклатура арена. Физичка и хемијска својства арена. Карактеристични представници арена (полициклични ароматични угљоводоници, моно и полисупституисани деривати) .

Нафта и земни гас.

Пластичне масе (влакна, каучук и лепкови).

**Демонстрациони огледи:**

Добијање и испитивање својстава: метана, етена и етина.

**ОРГАНСКА КИСЕОНИЧНА ЈЕДИЊЕЊА**

Својства хидроксилне групе. Номенклатура и класификација алкохола. Добијање, физичка и хемијска својства алкохола. Представници алкохола (метанол, етанол, етиленгликол, глицерол).

Феноли, номенклатура, физичка и хемијска својства. Сличности и разлике фенола и алифатичних алкохола.

Етри, номенклатура, физичка и хемијска својства

Номенклатура карбонилних једињења. Добијање алдехида и кетона. Физичка и хемијска својства карбонилних једињења. Полуацетали и ацетали, добијање и својства.

Угљени хидрати и структура. Најважнији представници моно, ди и полисахарида (глукоза, рибоза, фруктоза, сахароза, лактоза, скроб, гликоген и целулоза).

Карбоксилне киселине, номенклатура, класификација, добијање, физичка и хемијска својства. Деривати карбоксилних киселина. Естри, добијање, налажење у природи, хемијска својства.

Масти, уља и воскови, структура и својства.

Сапуни и детергенти.

**Демонстрациони огледи:**

Оксидација метанола.

Реакција сребрног огледала.

Доказивање угљених хидрата.

Хидролиза сахарозе.  
Добијање етанске киселине.  
Грађење естара.

### ОРГАНСКА АЗОТНА ЈЕДИЊЕЊА

Амини, структура, номенклатура, добијање, физичка и хемијска својства мина.. Нитро једињења. Амиди и полиамиди. Хетероциклична једињења са атомом азота (пирол, пиридин, пиримидин, пурин).

Аминокиселине, структура, својства. Пептиди. Протеини, структура, значај и улога у изградњи живих ћелија.

Нуклеинске киселине, структура и функција ДНК.

#### **Демонстрациони огледи:**

Доказивање азота у органским једињењима.

Доказивање сумпора у протеинима.

Таложње протеина помоћу електролита.

Биуретска и ксантопротеинска реакција.

Хидролиза протеина.

### ВИТАМИНИ, ХОРМОНИ, АЛКАЛОИДИ, АНТИБИОТИЦИ

Витамици, класификација, улога и значај. Хормони, значај, улога и механизам дејства. Антибиотици, значај и примена. Алкалоиди, структура, значај и примена.

### ХЕМИЈСКИ АСПЕКТИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Загађивање атмосфере. Извори загађивања. Главни загађивачи: оксиди сумпора, азота, угљеника; угљоводоници, једињења олова, живе, цинка, кадмијума и бакра и потенцијално канцерогене супстанце.

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

## III разред

### гимназија општег типа и гимназија природно-математичког смера

(2 часа недељно, 72 часа годишње)

### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

#### УВОД У ОРГАНСКУ ХЕМИЈУ

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

#### АЛКАНИ И ЦИКЛОАЛКАНИ

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

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

**Демонстрациони огледи:**

Добијање и испитивање својстава метана.

**АЛКЕНИ И ДИЕНИ**

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

**Демонстрациони огледи:**

Добијање и својства етена. Оксидација етена калијум-перманганатом. Полимеризација стирена.

**АЛКИНИ**

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

**Демонстрациони огледи:**

Добијање и испитивање својстава етина.

**ПОЛИМЕРИ**

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

**АРОМАТИЧНИ УГЉОВОДОНИЦИ**

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

**ХАЛОГЕНИ ДЕРИВАТИ УГЉОВОДОНИКА**

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

**Демонстрациони огледи:**

Доказивање присуства халогена у угљоводоницима.

**АЛКОХОЛИ И ФЕНОЛИ**

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

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

**Демонстрациони огледи:**

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

**ЕТРИ**

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

**Демонстрациони огледи:**

Испитивање својстава етара.

### АЛДЕХИДИ И КЕТОНИ

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

#### **Демонстрациони огледи:**

Оксидација алдехида Фелинговим и Толенсовим раствором. Јодоформска реакција.

### КАРБОКСИЛНЕ КИСЕЛИНЕ И ЊИХОВИ ДЕРИВАТИ

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

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

#### **Демонстрациони огледи:**

Испитивање реактивности карбоксилних киселина. Добијање и испитивање својстава естара.

### ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА СА АЗОТОМ

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

Добијање и својства нитро једињења.

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

### ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА СА СУМПОРОМ

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

### ХЕТЕРОЦИКЛИЧНА ЈЕДИЊЕЊА

Номенклатура хетероцикличних једињења са петочланим и шесточланим прстеном.

Ароматичност, базност и киселост пирона и пиридина.

### БОЈЕ

Узрок обојености супстанци. Појам боје и повезаност са хемијском структуром. Синтетске органске боје. Бојење.

### МЕТОДЕ КАРАКТЕРИЗАЦИЈЕ ОРГАНСКИХ ЈЕДИЊЕЊА

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

**III разред**  
**гимназија природно-математичког смера**  
(1 час недељно, 36 часова годишње)

**САДРЖАЈИ ПРОГРАМА ВЕЖБИ<sup>3</sup>**

**МЕТОДЕ ИЗОЛОВАЊА И ПРЕЧИШЋАВАЊА ОРГАНСКИХ СУПСТАНЦИ**

Хемикалије, подела, чување и мере предострожности у раду са органским супстанцама. Лабораторијски прибор и посуђе.

Екстракција. Екстракција пигмената из зеленог лишћа. Екстракција уља из коре лимуна.

Прекристализација бензоеве киселине.

Дестилација смеше вина и воде.

Хроматографске методе. Хроматографија мастила на хартији. Хроматографија биљних пигмената на креди. Изоловање кофеина из чаја или кафе.

**РЕАКЦИЈЕ И СВОЈСТВА ОРГАНСКИХ ЈЕДИЊЕЊА**

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

Испитивање растворљивости угљоводоника у води, поларним и неполарним органским растварачима

Испитивање растворљивости кисеоничних органских једињења.

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

Добијање и испитивање својстава пропанона. Јодоформска проба.

Реакције алдехида са Фелинговим и Толенсовим реагенсом.

Испитивање растворљивости мравље (метанске), сирћетне (етанске), бензоеве и салицилне киселине у води и алкохолу и испитивање киселости ових раствора плавим лакмус папиром. Добијање етанске киселине из њене соли. Доказивање мравље киселине. Доказивање сирћетне киселине гвожђе(III)-хлоридом. Доказивање оксалатног јона. Испитивање својстава лимунске киселине. Поређење брзине реакције опилјака цинка са минералним и карбоксилним киселинама. Поређење јачине угљене и сирћетне киселине. Естерификација органских киселина. Испитивање киселости раствора сапуна фенолфталеином. Добијање масних киселине из сапуна.

Испитивање растворљивости естара у води и неполарним и поларним органским растварачима.

Одређивање јодног и сапонификационог броја.

**ПРЕПАРАТИВНА ОРГАНСКА ХЕМИЈА**

Синтеза: етилацетата, аспирина и пинакон-хидрата.

**ИНТЕРАКЦИЈА ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ЗРАЧЕЊА И ХЕМИЈСКИХ СУПСТАНЦИ**

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

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

<sup>3</sup> Вежбе се остварују у групама од 12 до 16 ученика.

**IV разред**  
**гимназија општег типа и гимназија природно-математичког смера**  
(2 часа недељно, 64 часа годишње)

**САДРЖАЈИ ПРОГРАМА**

**УГЉЕНИ ХИДРАТИ**

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

Производња хартије, деривати целулозе.

**Демонстрациони огледи:**

Опште реакције на сахариде. Разликовање редукујућих од нередукујућих дисахарида. Хидролиза скроба и испитивање својстава хидролизата

**ЛИПИДИ**

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

**Демонстрациони огледи:**

Опште карактеристике липида: растворљивост, емулзификација, сапонификација.

**АЛКАЛОИДИ И АНТИБИОТИЦИ**

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

**ПРОТЕИНИ**

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

**Демонстрациони огледи:**

Таложне реакције из раствора протеина: денатурацијом на екстремним вредностима рН, топлотом, солима тешких метала, амонијум-сулфатом, органским супстанцама (метанол). Испитивање деловања амилазе. Фактори који утичу на деловање ензима: рН, концентрација ензима и супстрата, активатори и инхибитори.

**ВИТАМИНИ И ХОРМОНИ**

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

**НУКЛЕИНСКЕ КИСЕЛИНЕ**

Нуклеинске киселине и њихове основне структурне јединице. Номенклатура нуклеозида и нуклеотида. Структура и функција ДНК. Нека својства ДНК, двострука структура ДНК и

комплементарност полинуклеотидних ланаца. Структура ДНК као молекулска основа за очување и преношење генетичких информација. Репликација ДНК. Структура и функција РНК. Синтеза РНК, транскрипција генетичке информације. Генетичка шифра. Биосинтеза протеина.

### ОСНОВИ МЕТАБОЛИЗМА

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

### БИОТЕХНОЛОГИЈА И ЊЕНЕ МОГУЋНОСТИ

Традиционалне и савремене биотехнологије (значај и могућности).

### ХЕМИЈСКИ АСПЕКТИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ (5)

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

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

### НАЧИН ОСТВАРИВАЊА ПРОГРАМА

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

Садржаји програма хемије у гимназији општег типа и природно-математичког смера су организовани тако да се у првом разреду изучавају садржаји опште хемије, у другом садржаји неорганске хемије, у трећем садржаји органске хемије и у четвртном садржаји основа биохемије. На друштвено-језичком смеру, у првом разреду се изучавају садржаји опште и неорганске хемије, а у другом садржаји органске хемије и основа биохемије. Хемија као наставни предмет има висок дидактички потенцијал јер:

- хемија подстиче прелазак са конкретног на апстрактно мишљење,
- хемија је наука са изузетном динамиком развоја, а хемијска струка једна је од струка будућности,
- хемија је природна наука и у садејству са физиком и биологијом омогућава разумевање природе у јединству појава и процеса који се у њој збивају,
- на хемији се заснива развој многих савремених технологија, који је значајан показатељ нивоа развијености друштва,
- хемијски процеси у технолошкој производњи носе и озбиљне ризике за друштвене заједнице и одрживи развој друштва је могућ само уз адекватно хемијско образовање.

Динамика савременог развоја хемијских научних дисциплина резултује огромним повећањем корпуса хемијских знања. Да би се избегло оптерећивање наставних програма хемије у оваквим условима развоја хемије као науке, неопходно је да се ученицима у

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

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

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

Настава хемије у природно-математичком смеру гимназије треба да омогући развој



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

Настава хемије у гимназији треба да оспособи ученике за самостално коришћење савремених информационих технологија у учењу хемије, претраживању хемијских информација и савременој комуникацији у хемији.

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

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

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

У првом разреду општег типа гимназије и природно-математичког смера: Врсте супстанци (3), Структура атома (10), Хемијске везе (13), Дисперзни системи (8), Хемијске реакције (17), Киселине, базе и соли (14), Оксидоредукционе реакције (9).

У првом разреду друштвено језичког смера : Врсте супстанци (3), Структура супстанци (17), Дисперзни системи (12), Хемијске реакције (18), Хемија елемената и једињења(20), Хемијски аспекти загађивања животне средине (4).

У другом разреду општег типа гимназије и природно-математичког смера:

Периодни систем елемената (2), Водоник (3), Елементи 1. групе периодног система елемената (5), Елементи 2. групе периодног система елемената (5), Елементи 13. групе периодног система елемената (4), Елементи 14. групе периодног система (6), Елементи 15. групе периодног система елемената (8), Елементи 16. групе периодног система елемената (7), Елементи 17. групе периодног система елемената (6), Елементи 18. групе периодног система елемената (2), Прелазни метали (20), Лантаниди и актиниди (2), Хемијски аспекти загађивања животне средине (2).

Садржаји програма вежби за други разред гимназије природно-математичког смера: Увод у лабораторијску технику (7); Основне лабораторијске операције (5); Реакције и својства неорганских супстанци (23).

У другом разреду друштвено језичког смера : Увод у органску хемију (5), Угљоводоници (14), Органска кисеонична једињења (25), Органска азотна једињења (14), Витамини, хормони, алкалоиди, антибиотици (8), Хемијски аспекти загађивања животне средине (4).

У трећем разреду општег типа гимназије и природно-математичког смера: Увод у органску хемију (7); Алкани и циклоалкани (5); Алкени и диени (5); Алкини (2); Полимери (4), Ароматични угљоводоници (6); Халогени деривати угљоводоника (4); Алкохоли и феноли (7); Етри (2); Алдехиди и кетони (6); Карбоксилне киселине и њихови деривати (7); Органска једињења са азотом (6); Органска једињења са сумпором (2); Хетероциклична једињења (5); Боје (2). Методе карактеризације органских једињења (2);

Садржаји програма вежби за трећи разред гимназије природно-математичког смера: Методе изоловања и пречишћавања органских једињења (8); Реакције и својства органских једињења (18); Препаративна органска хемија (4); Интеракција електромагнетног зрачења и хемијских супстанци (6).

У четвртом разреду општег типа гимназије и природно-математичког смера: Угљени

хидрати (10); Липиди (5); Алкалоиди и антибиотици (3); Протеини (12); Витамини и хормони (3); Нуклеинске киселине (10); Основи метаболизма (14); Биотехнологија и њене могућности (2); Хемијски аспекти загађивања животне средине (5).