



# ХЕМИЈА

**Испитни каталог  
за државну матуру у  
школској години 2022/2023.**



Nacionalni centar  
za vanjsko vrednovanje  
obrazovanja



ИСПИТНИ КАТАЛОГ ЗА **ДРЖАВНУ МАТУРУ** У ШКОЛСКОЈ ГОДИНИ 2022/2023.  
**ХЕМИЈА**



Nacionalni centar  
za vanjsko vrednovanje  
obrazovanja



# САДРЖАЈ

|                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>УВОД</b>                                                                                       | <b>5</b>  |
| <b>1. ПОДРУЧЈА ИСПИТИВАЊА</b>                                                                     | <b>7</b>  |
| 1.1. СУПСТАНЦЕ                                                                                    | 7         |
| 1.2. ПРОМЕНЕ И ПРОЦЕСИ                                                                            | 7         |
| 1.3. ЕНЕРГИЈА                                                                                     | 7         |
| <b>2. ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ И ПРИМЕРИ ОГЛЕДА</b>                                                       | <b>8</b>  |
| 2.1. РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                    | 8         |
| 2.2. ПРИМЕРИ ОГЛЕДА                                                                               | 19        |
| <b>3. СТРУКТУРА ИСПИТА</b>                                                                        | <b>63</b> |
| <b>4. ТЕХНИЧКИ ОПИС ИСПИТА</b>                                                                    | <b>64</b> |
| 4.1. ТРАЈАЊЕ ИСПИТА                                                                               | 64        |
| 4.2. ИЗГЛЕД ИСПИТА И НАЧИН РЕШАВАЊА                                                               | 64        |
| 4.3. ПРИБОР                                                                                       | 64        |
| <b>5. ОПИС БОДОВАЊА</b>                                                                           | <b>66</b> |
| 5.1. ВРЕДНОВАЊЕ ПРВЕ ИСПИТНЕ ЦЕЛИНЕ                                                               | 66        |
| 5.2. ВРЕДНОВАЊЕ ДРУГЕ ИСПИТНЕ ЦЕЛИНЕ                                                              | 66        |
| <b>6. ПРИМЕРИ ЗАДАТАКА</b>                                                                        | <b>67</b> |
| 6.1. ПРИМЕР ЗАДАТКА ВИШЕСТРУКОГ ИЗБОРА                                                            | 67        |
| 6.2. ПРИМЕРИ ЗАДАТАКА ОТВОРЕНОГ ТИПА                                                              | 68        |
| 6.2.1. ПРИМЕР ЗАДАТАКА ДОПУЊАВАЊА                                                                 | 69        |
| 6.2.2. ПРИМЕР ЗАДАТКА КРАТКОГ ОДГОВОРА                                                            | 71        |
| 6.2.3. ПРИМЕР ЗАДАТКА ПРОДУЖЕНОГ ОДГОВОРА                                                         | 72        |
| 6.2.4. ПРИМЕР ЗАДАТКА ПРОДУЖЕНОГ ОДГОВОРА (БОДОВАЊЕ ПОСТУПКА)                                     | 73        |
| 6.2.5. ПРИМЕР ЗАДАТКА ПРОДУЖЕНОГ ОДГОВОРА<br>(СКИЦИРАЊЕ ДИЈАГРАМА ЕНТАЛПИЈЕ)                      | 74        |
| 6.2.6. ПРИМЕР ЗАДАТКА ПРОДУЖЕНОГ ОДГОВОРА<br>(ПРИКАЗИВАЊЕ ЛУИСОВИХ СТРУКТУРНИХ ФОРМУЛА)           | 75        |
| 6.2.7. ПРИМЕР ЗАДАТКА ПРОДУЖЕНОГ ОДГОВОРА<br>(СТРУКТУРНЕ ФОРМУЛЕ ОРГАНСКИХ ЈЕДИЊЕЊА)              | 76        |
| <b>7. ПРИПРЕМА ЗА ИСПИТ</b>                                                                       | <b>77</b> |
| СТАНДАРДНИ ЕЛЕКТРОДНИ ПОТЕНЦИЈАЛИ ОДАБРАНИХ<br>РЕДОКС-СИСТЕМА У ВОДЕНИМ РАСТВОРИМА НА <b>25°C</b> | 80        |



## УВОД

Хемија је природна наука усмерена на проучавање супстанци те на природне процесе и законитости. Наставу хемије немогуће је замислити без познавања структуре честица и њихових макроскопских својстава те описивања и тумачења појава/процеса на микроскопском нивоу. Свакодневно смо окружени бројним производима хемијске и фармацеутске индустрије, биотехнологије, прехранбене технологије, технологије материјала и других делатности. Наведено упућује на важност примене знања хемије. У складу са наведеним циљеви испита државне матуре из Хемије су:

1. провера стеченог знања и разумевања унутар три основна хемијска концепта: *Супстанце, Промене и процеси те Енергија*,
2. провера когнитивних вештина решавањем хемијских проблема користећи се математичким алатима и методима научно-истраживачког приступа,
3. провера разумевања/употребе метода научног истраживања (формулисање истраживачких питања и хипотеза, систематизација, анализа и вредновање података, доношење закључака).

Испитни каталог за државну матуру из Хемије основни је документ испита у којем су наведени и објашњени садржаји, критеријуми те начини испитивања и вредновања знања у школској години 2022/2023. У испитном каталогу с циљем развијања кључних компетенција за целоживотно учење, хемијски појмови сврстани су у подручја и целине. Унутар сваке целине наведени су образовни исходи према којима се обликују задаци за проверу знања и вештина ученика. Испитни каталог прати *Препоруке Европског парламента и савета* у којима је наведено осам кључних компетенција које, између осталог, садрже и математичку компетенцију те основне компетенције из природних наука: критичко мишљење, креативност, иницијативу, решавање проблема, процену ризика и доношење одлука. Компетенције у природним наукама и технологији обухватају и разумевање промена изазваних људским деловањем и одговорност сваког појединца као грађанина. Испитни каталог усклађен је с одобреним курикулумом за Хемију. Национални центар за вањско вредновање образовања није одговоран за стручне грешке у прописаним уџбеницима Хемије из којих се кандидати припремају за испит државне матуре.

Испитни каталог садржи седам поглавља:

1. Подручја испитивања,
2. Образовни исходи и примери огледа,
3. Структура испита,
4. Технички опис испита,
5. Опис бодовања,
6. Примери задатака,
7. Припрема за испит.

У првом и другом поглављу наведено је шта се испитује у испиту. У првом поглављу су наведена подручја испитивања, а у другом кључна знања и вештине које кандидат треба да усвоји. Вредновање усвојених знања проводи се према различитим нивоима усвојености образовних исхода унутар једног подручја. У другом су поглављу такође описани примери огледа који обухватају хемијске садржаје сврстане у подручја те су пример наставницима на који начин да организују практичан рад ученика са циљем бољег разумевања хемијских концепата. У трећем, четвртном и петом поглављу описани су начини испитивања, структура и облик испита, врсте задатака те начин решавања и вредновања појединих задатака и испитних целина. У шестом поглављу су наведени примери задатака са детаљним објашњењем, а у седмом поглављу је објашњено на који начин се треба припремити за испит.



## 1. ПОДРУЧЈА ИСПИТИВАЊА

У испитном каталогу хемијски садржаји су разврстани у подручја (концепте), те су подељени на потподручја. Подручја у каталогу одговарају концептима у курикулуму за наставни предмет Хемију за основне школе и гимназије у Републици Хрватској. Кључни појмови и образовни исходи приказани су у табелама **1, 2 и 3**, ради лакшег сналажења и тумачења подручја и потподручја у испитном каталогу. Разрада основних хемијских концепата заснива се на хемијским и физичким законитостима без обзира на њихово место унутар постојећег предметног курикулума за наставни предмет те одобрених уџбеника. Дакле, **редослед концепата не прати редослед обраде наставних садржаја**. У природословном подручју често се преклапају поједини концепти, а поједини појмови не могу се разумети без познавања неког другог појма. При остваривању циљева наставе Хемије важно је постепено уводити поједине појмове и притом пазити на усвојена знања и вештине у току наставе Математике и осталих предмета природословног подручја. Наведено придоноси укупној природословној писмености ученика. На пример, концепт *Енергија* заједнички је следећим наставним предметима: Биологији, Хемији и Физички. Истовремено се концепт *Енергија* у Хемији испреплиће с осталим концептима, нпр. *Супстанце* те *Промене и процеси*. Неопходни су и додатна употреба физичких величина и мерних јединица (SI – систем мерних јединица) те коришћење рачуна и математичких израза, обрада података и исказивање резултата те графички прикази јер такође доприносе природословној писмености ученика. Зато их у настави хемије треба константно увежбавати и вредновати с циљем развијања вештина, планирања огледа, посматрања, вођења белешки, запажања те извођења закључака.

Испитом државне матуре из Хемије проверава се достигнути ниво усвојености знања и вештина кандидата у следећим подручјима:

### 1.1. СУПСТАНЦЕ

- 1.1. Својства, састав и врсте супстанци,
- 1.2. Хемијска терминологија и симболика,
- 1.3. Грађа супстанци

### 1.2. ПРОМЕНЕ И ПРОЦЕСИ

- 2.1. Хемијске реакције органских и неорганских супстанци,
- 2.2. Брзина хемијских реакција,
- 2.3. Хемијска равнотежа.

### 1.3. ЕНЕРГИЈА

- 3.1. Термохемија,
- 3.2. Електрохемија.

## 2. ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ И ПРИМЕРИ ОГЛЕДА

У овом поглављу су за свако подручје испитивања наведени образовни исходи, а уз разраду исхода наведени су и кључни појмови. Такође, у наставку су приказани примери огледа са свим потребним смерницама, кључним појмовима, прибором као и припадајућим исходима. Примери огледа важни су за наставу Хемије те су стога саставни део испитног каталога.

### 2.1. РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА

Разрада образовних исхода служи за израду испитних задатака и олакшава припрему ученика за испит државне матуре. Извођење наставе Хемије према предложеним образовним исходима олакшаће ученицима даље образовање у природним наукама. Образовни исходи одраз су мерљивог приказа описа појмова и смерница наставницима при планирању наставног процеса. Поједини образовни исход може да се односи на један или више кључних појмова. Треба истакнути да исходи вишег нивоа укључују и исходе нижег нивоа. Током израде испита треба пазити на заступљеност когнитивних нивоа. Испит садржи 25% задатака првог когнитивног нивоа (препознавање, навођење), 50 % задатака другог когнитивног нивоа (разумевање) и 25% задатака трећег когнитивног нивоа (примена усвојеног знања).

**Табела 1.** Разрада подручја Супстанце на подручја те припадајући кључни појмови, образовни исходи и разрада исхода

| 1. ПОДРУЧЈЕ СУПСТАНЦЕ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 1.1. СВОЈСТВА, САСТАВ И ВРСТЕ СУПСТАНЦИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Физичка и хемијска својства супстанци у којима су честице повезане јонском, ковалентном и металном везом</li> <li>Масени удео елемента у једињењу</li> <li>Одређивање емпиријске и молекулске формуле</li> <li>Количина супстанци: бројност, количина, мол, молална маса, Авогадрова константа</li> <li>Смеше гасова: Далтонов закон, парцијални притисак</li> <li>Једначина стања идеалног гаса, моларна запремина и густина гаса</li> <li>Квантитативан састав смеше: удели (масени, запремински, количински), концентрације (масена, количинска), молалност</li> </ul> | 1.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци. (КЕМ СШ А.1.1.)<br>1.1.2. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину. (КЕМ СШ А.1.4.)<br>1.1.3. Повезује својства супстанци с врстом хемијске везе и деловањима између честицама. (КЕМ СШ С.1.3.)<br>1.1.4. Повезује резултате огледа с концептуалним сазнањима. (КЕМ СШ Д.1.1.)<br>1.1.5. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ СШ Д.1.2.)<br>1.1.6. Запажа законитости генерализацијом података приказаних текстом, цртежом, моделима, табелама и графиконима. (КЕМ СШ Д.1.3.) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Упоредити супстанце по саставу, врсти и својствима</li> <li>*Разврстати колоидне системе према својствима, саставу и врсти</li> <li>Предложити поступак издвајања супстанци из смеше на основу познавања хемијског састава смеше и својстава састојака смеше</li> <li>Упоредити супстанце на основу периодичности хемиских својстава</li> <li>Повезати радијусе атома, релативни коефицијент електронегативности, афинитет према електрону, енергију јонизације електрона с положајем у Периодном систему елемената и електронском структуром атомске врсте</li> </ul> |

| 1. ПОДРУЧЈЕ СУПСТАНЦЕ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 1.1. СВОЈСТВА, САСТАВ И ВРСТЕ СУПСТАНЦИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Поступак припреме раствора задатих концентрација разблаживањем раствора и растварањем чврстих супстанци у растварачу</li> <li>Растварање соли, крива растворљивости, исказивање састава засићеног раствора; засићен, незасићен и презасићен раствор</li> <li>Фазни дијаграм чистих супстанци</li> <li>Утицај структуре, хемијске везе и интеракција међу честицама на макроскопска својства супстанци</li> <li>Основна физичка својства супстанци у чврстом, течном и гасовитом агрегатном стању: агрегатно стање, густина, тачка кључања, тачка топљења, тврдоћа, магнетизам, испарљивост, оптичка активност, топљивост, вискозитет, површинска напетост, електрична проводљивост растворених и растопљених супстанци</li> <li>Колигативна својства раствора (снижење тачке мржњења, повишење тачке кључања, осмотски притисак, снижење притиска пара растварача)</li> <li>Дефиниција киселина и база (Аренијусова, Брендстед-Лоуријева и Луисова теорија)</li> <li>Конјуговани парови киселина и база</li> <li>Јачина киселина и база, рН вредност, рН скала</li> <li>Хидролиза соли</li> <li>Индикатори</li> <li>Пуфери</li> <li>Физичка својства органских једињења: угљоводоници, халогеналкани, алкохоли, алдехиди, кетони, карбоксилне киселине, естри</li> <li>Опасности и мере безбедности, Мере заштите</li> <li>Сликоне ознаке (пиктограми) опасности и упозорења</li> </ul> | <p>1.1.7. Анализира својства, састав и врсту супстанци. (КЕМ СЏ А.2.1.)</p> <p>1.1.8. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину. (КЕМ СЏ А.2.3.)</p> <p>1.1.9. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ СЏ D.2.2.)</p> <p>1.1.10. Истражује својства, састав и врсту супстанци. (КЕМ СЏ А.3.1.)</p> <p>1.1.11. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ СЏ D.3.2.)</p> <p>1.1.12. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на здравље људи и животну средину. (КЕМ СЏ А.3.3.)</p> <p>*1.1.13. Критички разматра утицај супстанци на човека и животну средину. (КЕМ СЏ АВ.4.8.)</p> <p>*1.1.14. Истражује својства, састав и врсту одабраних биомолекула примењујући хемијску терминологију и симболику у оквиру концепта. (КЕМ СЏ А.4.12.)</p> <p>*1.1.15. Анализира хемијске промене одабраних супстанци. (КЕМ СЏ В.4.19.)</p> <p>*1.1.16. Повезује својства одабраних супстанци с њиховом применом. (КЕМ СЏ АВ.4.20.)</p> <p>*1.1.17. Критички разматра информације о материјалима. (КЕМ СЏ А.4.21.)</p> <p>*1.1.18. Истражује својства, састав, врсту и добијање колоидних система. (КЕМ СЏ АВ.4.25.)</p> <p>*1.1.19. Повезује утицај различитих фактора са стабилношћу колоидних система. (КЕМ СЏ ВС.4.26.)</p> <p>*1.1.20. Критички разматра утицај и примену колоидних система на живот људи и животну средину. (КЕМ СЏ АВ 4.27.)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Проценити врсту хемијске везе на основу разлике у електронегативности повезаних атома</li> <li>Разликовати интензивна и екстензивна својства супстанци</li> <li>Израчунати масени удео појединих врста атома у једињењу из познате молекулске формуле једињења</li> <li>Одредити емпиријску и молекулску формулу једињења на основу хемијске анализе</li> <li>Израчунати бројност, количину супстанце, моларну масу и моларну запремину на основу задатих података</li> <li>Применити Далтонов закон и једначину стања идеалног гаса</li> <li>Израчунати масени, запремински и количински удео, количинску и масену концентрацију те молалност раствора</li> <li>Применити хемијски рачун за припрему раствора задатог система разблаживањем раствора или растварањем чврсте супстанце</li> <li>Израчунати највећу масу соли коју је могуће растворити у одређеној количини воде на датој температури на основу података о саставу засићеног раствора</li> <li>Исказати растворљивост масеним уделом, масеном концентрацијом или количинском концентрацијом соли у засићеном раствору</li> <li>На основу података о растворљивости, те о маси додате соли у одређену количину раствора, одредити да ли је раствор засићен, презасићен или незасићен</li> <li>Анализирају фазни дијаграм чистих супстанци: (а) агрегатно стање при одређеним условима притиска и температуре или (б) температуру и притисак при којима долази до фазних промена</li> </ul> |

| 1. ПОДРУЧЈЕ СУПСТАНЦЕ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 1.1. СВОЈСТВА, САСТАВ И ВРСТЕ СУПСТАНЦИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Изборни садржај:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Врсте колоидних система, дисперзно средство и диспергована фаза</li> <li>*Својства колоидних честица (величина, дисперзија светлости– Тиндалов феномен, седиментација, Брауново кретање), стабилност колоида</li> <li>*Органска једињења: циклоалкани, амини и амиди</li> <li>*Одабрани биомолекули: угљени хидрати (моносахариди, дисахариди, полисахариди), аминокиселине, пептиди, протеини, ензими, масти и уља, витамини, алкалоиди, нуклеинске киселине</li> <li>*Површински активне супстанце, сапуни</li> <li>*Огрански и неоргански полимери, природни и синтетички полимери</li> </ul> |                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Упоредити физичка и хемијска својства различитих супстанци с обзиром на врсту хемијске везе</li> <li>Упоредити физичка и хемијска својства различитих супстанци с обзиром на грађу и деловање међу честицама</li> <li>Упоредити физичка и хемијска својства различитих супстанци с обзиром на услове околине</li> <li>*Анализирати деловање различитих фактора на стабилност колоидних система</li> <li>Израчунати густину, запремину или масу узорка супстанце на основу задатих података</li> <li>Израчунати промену колигативних својстава на основу састава раствора</li> <li>Разликовати следеће појмове: киселина, хидроксид и база у оквиру Аренијусове, Брендстед–Лауријеве и Луисове теорије</li> <li>Одредити која је јединка Брендстед–Лауријева киселина, Брендстед–Лауријева база и амфотерна јединка у задатом примеру</li> <li>Израчунати рН вредност и рОН вредност водених раствора на основу задатих концентрација</li> <li>Предвидети рН-вредност водених раствора различитих супстанци</li> <li>Проценити рН вредност воденог раствора на основу промене боја различитих индикатора или обрнуто на основу рН вредности воденог раствора проценити боју индикатора</li> <li>Упоредити киселине, базе и пуфере по саставу, врсти и својствима</li> <li>Написати равнотежну реакцију у пуферском раствору</li> </ul> |

| 1. ПОДРУЧЈЕ СУПСТАНЦЕ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 1.1. СВОЈСТВА, САСТАВ И ВРСТЕ СУПСТАНЦИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Упоредити органске супстанце по саставу, врсти и својствима</li> <li>Предвидети хемијско деловање различитих супстанци на здравље и животну средину</li> <li>Навести опасности и потребне мере безбедности током рада с отровним, корозивним и запаљивим хемикалијама</li> <li>*Анализирати утицај штетних супстанци на човека и животну средину</li> <li>*Повезати својства и примену колоидних система те њихов утицај на живот и животну средину</li> <li>Препознати основне знакове опасности и упозорења</li> <li>Препознати уобичајени хемијски прибор на цртежу</li> <li>Навести основне лабораторијске технике и прибор за тачно одређивање запремине, масе и температуре</li> </ul>      |
| ПОТПОДРУЧЈЕ 1.2. ХЕМИЈСКА ТЕРМИНОЛОГИЈА И СИМБОЛИКА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Квалитативно и квантитативно значење хемијских симбола и формула</li> <li>Формуласка јединка</li> <li>Значење хемијске формуле: емпиријска и молекулска формула</li> <li>Једначине хемијских реакција</li> <li>Терминологија и симболика органских и неорганских једињења према IUPAC-у</li> <li>Тривијална имена органских и неорганских једињења</li> <li>Елементи Луисове симболике (тачкице, цртице и словне ознаке)</li> <li>*терминологија одабраних биомолекула: угљени хидрати (моносахариди, дисахариди, полисахариди), аминокиселине (изоелектрична тачка, цвитер јон), пептиди, протеини, ензими, масти и уља, витамини, алкалоиди, нуклеинске киселине</li> </ul> | <p>1.2.1. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци. (KEM SŠ A.1.2.)</p> <p>1.2.3. Објашњава врсте и својства хемијских веза. (KEM SŠ B.1.1.)</p> <p>1.2.4. Повезује потенцијалну енергију с хемијским везама између атома унутар молекула те с деловањима међу честицама. (KEM SŠ C.1.1.)</p> <p>1.2.5. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци. (KEM SŠ A.2.2.)</p> <p>1.2.6. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци. (KEM SŠ A.3.2.)</p> <p>*1.2.7. Истражује својства, састав и врсту одабраних биомолекула примењујући хемијску терминологију и симболику у оквиру концепта. (KEM SŠ A.4.12.)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Написати хемијску формулу на основу хемијске терминологије супстанци (или обрнуто)</li> <li>Квалитативно и квантитативно анализирати хемијске симболе и хемијске формуле</li> <li>Приказати молекуле органских једињења структурним формулама на основу назива једињења и обрнуто</li> <li>Именовати органска једињења према номенклатури IUPAC-а</li> <li>Препознати функционалне групе у молекулима органских једињења и обрнуто, препознати врсту органског једињења на основу задате функционалне групе</li> <li>Препознати асиметрично супституисан атом угљеника</li> <li>Приказати Луисове симболе атомских врста те структурне формуле неорганских и органских молекула и јона</li> </ul> |
| ПОТПОДРУЧЈЕ 1.3. ГРАЂА СУПСТАНЦИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Основне субатомске честице: број протона (протонски, редни, атомски број), број нуклеона (нуклеонски, масени број)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>1.3.1. Повезује грађу супстанци с њиховим својствима. (KEM SŠ A.1.3.)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Одредити протонски (атомски) број, нуклеонски (масени) број</li> <li>Препознати различите нуклиде, изотопе и изоелектронске врсте</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| 1. ПОДРУЧЈЕ СУПСТАНЦЕ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 1.3. ГРАЂА СУПСТАНЦИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Изотопи, нуклиди, број наелектрисања, *изобари</li> <li>♦ Маса атома и молекула, атомска јединица масе, релативна атомска маса, релативна молекулска маса</li> <li>♦ Распоред електрона по енергетским нивоима и електронска конфигурација, валентни електрони</li> <li>♦ Боров модел атома, енергија, таласна дужина и фреквенција електромагнетног зрачења, основно и побуђено стање, апсорпција и емисија електромагнетног зрачења, идентификација супстанци бојањем пламена</li> <li>♦ Грађа супстанци у којима су честице повезане јонском, ковалентном и металном везом</li> <li>♦ Врсте изомера: конституциони (структурни) изомери, стереоизомери (cis/trans изомери)</li> <li>♦ Структура органских молекула (молекулска формула, Луисова структурна формула и сажета структурна формула)</li> <li>♦ *Асиметрично супституисан атом угљеника, оптичка активност</li> <li>♦ Просторна грађа молекула, VSEPR модел</li> <li>♦ Енергија међуделовања: Ван дер Валсове интеракције, водонична веза</li> <li>♦ Аморфне супстанце и кристали</li> <li>♦ Просторна грађа кристала</li> <li>♦ Врсте кристала према врсти градивне јединке (атоми, молекули, јони)</li> <li>♦ Кубни кристални систем</li> <li>♦ Параметри који описују елементарну ћелију кубног система (густина, запремина и маса елементарне ћелије, дужина ивице, удаљеност средишта најближих атома у кристалу, радијус атома, број атома или формулских јединки једињења)</li> <li>♦ Боров модел атома</li> </ul> | <p>1.3.2. Објашњава врсте и својства хемијских веза. (КЕМ SŠ B.1.1.)</p> <p>1.3.3. Повезује потенцијалну енергију с хемијским везама међу атома унутар молекула те с деловањем међу честицама. (КЕМ SŠ C.1.1.)</p> <p>1.3.4. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ SŠ D.1.2.)</p> <p>1.3.5. Запажа законитости генерализацијом података приказаних текстом, цртежом, моделима, табелама и графиконима. (КЕМ SŠ D.1.3.)</p> <p>*1.3.6. Повезује грађу атома с енергијом те с физичким и хемијским својствима супстанци. (КЕМ SŠ ABC.4.1.)</p> <p>*1.3.7. Анализира међуделовања супстанци с електромагнетним зрачењем. (КЕМ SŠ BC.4.2)</p> <p>*1.3.8. Повезује резултате огледа са концептуалним сазнањима. (КЕМ SŠ D.4.3.)</p> <p>*1.3.9. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ SŠ D.4.4.)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Израчунати масу атома или молекула, релативну атомску масу или релативну молекулску масу на основу задатих података</li> <li>♦ Приказати распоред електрона по енергетским нивоима неутралних и наелектрисаних атомских врста с обзиром на положај у Периодном систему елемената</li> <li>♦ Аналиzirати прелазе атома из основног стања у побуђено стање и обрнуто</li> <li>♦ Повезати промене енергетских стања атома или молекула с емисионим и апсорпционим спектрима на основу боје пламена или боје супстанци</li> <li>♦ Израчунати енергију електромагнетног зрачења</li> <li>♦ Одредити којом врстом везе су повезани атоми унутар молекула/једињења/супстанце</li> <li>♦ Предвидети просторну грађу молекула или јона на основу VSEPR теорије</li> <li>♦ Разликовати изомере органских једињења на основу њихових имена или структурних формула</li> <li>♦ Предвидети доминантну врсту међумолекулских интеракција на основу грађе молекула</li> <li>♦ Приказати електронску конфигурацију атома и јона у основном стању</li> <li>♦ Повезати грађу електронског омотача с положајем хемијског елемента у Периодном систему елемената</li> <li>♦ Препознати примере молекула који се могу удруживати водоничним везама</li> <li>♦ Разликовати аморфне супстанце, кристале, полиморфе и алотропе</li> <li>♦ Разликовати елементарне ћелије кубног система</li> <li>♦ Израчунати параметре који описују одређени тип елементарне ћелије кубног система из задатих података</li> </ul> |



**Табела 2.** Разрада подручја Промене и процеси на подподручја те припадајући кључни појмови, образовни исходи и разрада исхода

| ПОДРУЧЈЕ 2. ПРОМЕНЕ И ПРОЦЕСИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 2.1. ХЕМИЈСКЕ РЕАКЦИЈЕ ОРГАНСКИХ И НЕОРГАНСКИХ СУПСТАНЦИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Квалитативно и квантитативно значење једначине хемијске реакције, стехиометријски коефицијент, стрелице за повратну, напредну, назадну и равнотежну реакцију</li> <li>♦ Количина реакционих производа принос (досег хемијске реакције), стехиометрија хемијских реакција</li> <li>♦ Мероводни реактант и реактант у вишку</li> <li>♦ Искориштење реакције</li> <li>♦ Периодичност хемијских својстава: хемијска реактивност према положају елемената у Периодном систему</li> <li>♦ Метали: Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Al; Неметали: H, Cl, O, S, C, N, P</li> <li>♦ Анализа, синтеза</li> <li>♦ Квалитативна анализа, реакције доказивања органских једињења (Фелингов реагенс, Толенов реагенс, биурет реакција, Ксантопротеинска реакција, Луголов раствор) и неорганских једињења (таложње слабо растворљивих соли нпр. сребро-халогенида и сулфида те карбоната и сулфата земноалкалних метала)</li> <li>♦ Оксидациони број, оксидација и редукција, оксидационо и редукционо средство</li> <li>♦ Редокс-реакције</li> </ul> | <p>2.1.1. Анализира физичке и хемијске промене. (КЕМ SŠ B.1.2.)</p> <p>2.1.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци. (КЕМ SŠ B.2.2.)</p> <p>2.1.3. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци. (КЕМ SŠ B.3.3.)</p> <p>2.1.4. Повезује резултате огледа с концептуалним сазнањима. (КЕМ SŠ D.1.1.)</p> <p>2.1.5. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ SŠ D.1.2.)</p> <p>2.1.6. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ SŠ D.2.2.)</p> <p>2.1.7. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ SŠ D.3.2.)</p> <p>*2.1.8. Анализира хемијске промене на примерима реакција у животној средини. (КЕМ SŠ AB.4.7.)</p> <p>*2.1.9. Критички разматра утицај супстанци на човека и животну средину. (КЕМ SŠ AB.4.8.)</p> <p>*2.1.10. Истражује хемијске промене одабраних биомолекула. (КЕМ SŠ B.4.13.)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Написати одговарајућу једначину хемијске реакције на основу података приказаних на дијаграму зависности концентрације учесника реакције од времена и обрнуто</li> <li>♦ Приказати дијаграм зависности концентарције учесника реакције од времена на основу одговарајуће једначине хемијске реакције</li> <li>♦ Израчунати количину, масу или запремину утрошеног реактанта и/или насталог производа на основу задатих података за промену описану једначином хемијске реакције</li> <li>♦ Одредити мероводни реактант и реактант који је у вишку на основу података о количини реактаната у реакционом систему</li> <li>♦ Израчунати искориштење хемијске реакције</li> <li>♦ Предвидети хемијску реактивност елементарних супстанци и њихових једињења на основу положаја елемената у Периодном систему</li> <li>♦ *Описати и анализирати хемијске промене на примерима реакција у животној средини</li> <li>♦ Предвидети реактанте и производе хемијских реакција неорганских једињења</li> <li>♦ Приказати једначинама хемијских реакција типичне реакције неорганских једињења (с означеним агрегатним стањима или без означених агрегатних стања)</li> <li>♦ Одредити оксидациони број атома, реакцију оксидације и редукције те оксидационо и редукционо средство у задатом примеру хемијске реакције</li> </ul> |

| ПОДРУЧЈЕ 2. ПРОМЕНЕ И ПРОЦЕСИ                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 2.1. ХЕМИЈСКЕ РЕАКЦИЈЕ ОРГАНСКИХ И НЕОРГАНСКИХ СУПСТАНЦИ                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                     | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА                                                                                                                                                                                                 | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Написати једначине полуреакција за оксидацију и редукцију те написати укупну једначину редокс-реакције (с означеним агрегатним стањима или без означених агрегатних стања) за задати редокс-процес</li> <li>Предвидети реактанте и производе хемијских реакција органских једињења</li> <li>Приказати једначинама хемијских реакција типичне реакције неорганских једињења (с означеним агрегатним стањима или без означених агрегатних стања)</li> <li>Приказати једначинама хемијских реакција типичне реакције органских једињења (с означеним агрегатним стањима или без означених агрегатних стања)</li> <li>*Приказати једначинама хемијских реакција типичне реакције одабраних биомолекула (с означеним агрегатним стањима или без означених агрегатних стања)</li> <li>Разликовати врсте реакција органских једињења</li> <li>Разликовати карактеристичне реакције за доказивање органских једињења</li> <li>*Разликовати карактеристичне реакције за доказивање биомолекула</li> </ul> |
| ПОДПОДРУЧЈЕ 2.2. БРЗИНА ХЕМИЈСКИХ РЕАКЦИЈА                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Припрема и типичне хемијске реакције органских једињења (угљоводоници, халогеналкани, алкохоли, алдехиди, кетони, карбоксилне киселине, естри), нпр.: – горење – пиролиза – адиција – елиминација – супституција</li> </ul> | 2.2.1. Анализира брзине различитих промена. (КЕМ SŠ B.2.1.)<br>2.2.2. Анализира брзине различитих промена. (КЕМ SŠ B.3.1.)<br>2.2.3. Процењује утицај фактора на састав реакционе смеше у равнотежном систему. (КЕМ SŠ B.3.2.) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Написати израз за просечну брзину хемијске реакције</li> <li>Израчунати просечну брзину хемијске реакције, просечну брзину трошења реактанта или просечну брзину настајања производа</li> <li>Анализирати утицај различитих фактора на брзину хемијске реакције</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



| 2. ПОДРУЧЈЕ ПРОМЕНЕ И ПРОЦЕСИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 2.2. БРЗИНА ХЕМИЈСКИХ РЕАКЦИЈА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                      |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА                                                                                                                                                                                              | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Припрема и типичне хемијске реакције неорганских једињења (киселине, базе, соли, оксиди метала и неметала, хидриди), нпр.: – реакције неметала и метала с кисеоником</li> <li>– реакција оксида метала или неметала с водом</li> <li>– реакције метала с киселинама</li> <li>– реакције метала с воденим растворима соли</li> <li>– реакција оксида метала с киселином</li> <li>– реакција оксида неметала с базом</li> <li>– термички распад</li> <li>– дисоцијација киселина, хидроксида и соли у води</li> <li>– реакција неутрализације</li> <li>– хидролиза соли</li> </ul> <p>Изборни садржај:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Аналитички поступци квалитативне и квантитативне анализе узорка воде, ваздуха и земљишта</li> <li>*Циклизација глукозе и фруктозе, гликозидна веза, естерификација глицерола и масних киселина, базна и кисела хидролиза масти и уља, пептидна веза</li> <li>Вредност брзине настајања производа, графички прикази зависности концентрације учесника реакције од времена и обрнуто</li> <li>Зависност брзине хемијске реакције од: концентрације реактаната, површине реактаната у чврстом стању, температуре и агрегатног стања реактаната</li> <li>Енергија активације, реакциони дијаграм, катализатори и инхибитори, ензими</li> </ul> | <p>2.2.4. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ SŠ D.2.2.)</p> <p>2.2.5. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ SŠ D.3.2.)</p> <p>*2.2.6. Истражује хемијске промене одабраних биомолекула. (КЕМ SŠ B.4.13.)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Анализирати утицај катализатора и/или инхибитора на енергију активације и брзину хемијске реакције</li> </ul> |

| ПОДРУЧЈЕ 2. ПРОМЕНЕ И ПРОЦЕСИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 2.3. ХЕМИЈСКА РАВНОТЕЖА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Хемијска равнотежа, константа равнотеже, приказивање хемијске равнотеже једначином хемијске реакције</li> <li>♦ Емпиријске константе равнотеже за притисак и концентарцију</li> <li>♦ Ле Шателјеово правило: утицај притиска, температуре и састава реакционе смеше на равнотежу</li> <li>♦ Примери равнотежних реакција: кисело-базне равнотеже, растварање гасова у води, растварање соли у води</li> <li>♦ Јонизација воде, константа јонизације воде</li> <li>♦ Титрација јаке киселине јаком базом (и обрнуто)</li> <li>♦ Јонизација киселина и база, степен јонизације, константа јонизације</li> <li>♦ *Равнотеже протонирања и депротонирања аминокиселина (изоелектрична тачка, цвтер јон)</li> </ul> | <p>2.3.1. Процењује утицај фактора на састав реакционе смеше у равнотежном систему. (КЕМ SŠ B.3.2.)</p> <p>2.3.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци. (КЕМ SŠ B.3.3.)</p> <p>2.3.3. Повезује резултате огледа с концептуалним сазнањима. (КЕМ SŠ D.3.1.)</p> <p>2.3.4. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ SŠ D.3.2.)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Написати израз за емпиријску константу равнотеже задате хемијске реакције и обрнуто из понуђеног изрази за емпиријску константу равнотеже написати једначину хемијске реакције</li> <li>♦ Израчунати вредност константе равнотеже на основу састава равнотежне реакционе смеше или обрнуто</li> <li>♦ Проценити утицај фактора на састав реакционе смеше у равнотежном систему</li> <li>♦ Израчунати вредност константе равнотеже дисоцијације воде на одређеној температури на основу рН вредности чисте воде или обрнуто</li> <li>♦ Израчунати количинску концентрацију титроване јаке киселине (или јаке базе) на основу наведених резултата титрације јаке киселине јаком базом (или обрнуто)</li> <li>♦ Израчунати степен јонизације слабе киселине или слабе базе и састав равнотежне смеше на основу константе јонизације (или обрнуто)</li> <li>♦ Упоредити јачину задатих киселина (или база) на основу вредности константе равнотеже јонизације киселине (или базе)</li> </ul> |

**Табела 3.** Разрада подручја Енергија на подручја те припадајући кључни појмови, образовни исходи и разрада исхода

| ПОДРУЧЈЕ 3. ЕНЕРГИЈА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 3.1. ТЕРМОХЕМИЈА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Пренос енергије између система и околине, топлота, рад</li> <li>♦ Енталпија, реакциона енталпија, промена енталпије с приносом хемијске реакције, егзотермне и ендотермне промене</li> <li>♦ Промене енергије у систему</li> <li>♦ Пренос енергије током хемијских реакција</li> <li>♦ Енталпије стварања и сагоревања</li> <li>♦ Енталпије фазних промена</li> <li>♦ Калориметријски оглед</li> <li>♦ Специфични и моларни топлотни капацитет</li> <li>♦ Дијаграм енталпије</li> <li>♦ Енергетске промене при растварању (енталпија разлагања кристалне структуре, енталпија хидратације)</li> <li>♦ Енталпија везе</li> <li>♦ Енергетске промене током биохемијских реакција</li> </ul> | <p>3.1.1. Повезује промене с претварањем енергије унутар система. (КЕМ SŠ C.2.1.)</p> <p>3.1.2. Анализира пренос енергије између система и околине и повезује их с променама током хемијске реакције. (КЕМ SŠ C.2.2.)</p> <p>3.1.3. Повезује потенцијалну енергију с хемијским везама међу атомима унутар молекула те с деловањима међу честицама. (КЕМ SŠ C.1.1.)</p> <p>3.1.4. Повезује кинетичку енергију с просечном брзином кретања атома и молекула у систему те с температуром. (КЕМ SŠ C.1.2.)</p> <p>3.1.5. Повезује резултате огледа с концептуалним сазнањима. (КЕМ SŠ D.2.1.)</p> <p>3.1.6. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ SŠ D.2.2.)</p> <p>3.1.7. Запажа законитости генерализацијом података приказаних текстом, цртежом, моделима, табелама и графиконима. (КЕМ SŠ D.2.3.)</p> <p>*3.1.8. Анализира промене енергије током размене и претварања енергије у околини. (КЕМ SŠ C.4.6.)</p> <p>*3.1.9. Истражује енергетске промене током биохемијских реакција. (КЕМ SŠ C.4.14.)</p> <p>*3.1.10. Предвиђа промене енергије током хемијских промена. (КЕМ SŠ C.4.18.)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Разликовати систем од околине те начине преноса супстанци и енергије између система и околине (топлота и рад)</li> <li>♦ Разликовати егзотермне и ендотермне промене</li> <li>♦ Навести енергетске промене до којих долази током промене агрегатног стања или током хемијске реакције</li> <li>♦ Израчунати промену енталпије и реакциону енталпију</li> <li>♦ *Аналиzirати промене енергије током хемијских промена одабраних једињења користећи се реакционим енталпијама или енталпијским везама</li> <li>♦ Приказати дијаграмом енталпије односе енталпија реактаната и производа те смер промене реакције (и обрнуто)</li> <li>♦ Предвидети утицај температуре на растворљивост соли у води на основу енергетских промена током растварања</li> </ul> |

| ПОДРУЧЈЕ 3. ЕНЕРГИЈА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПОДРУЧЈЕ 3.2. ЕЛЕКТРОХЕМИЈА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| КЉУЧНИ ПОЈМОВИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Електрохемијске ћелије: галванске и електролитичке ћелије, позитивна електрода, негативна електрода, електролит, анјон, катјон, електролитички мост</li> <li>♦ Електрохемијски (Волтин) низ</li> <li>♦ Веза хемијске реактивности и електрохемијског низа</li> <li>♦ Електролиза воде, растворених и растопљених електролита</li> <li>♦ Квантитативни односи при електролизи, Фарадејев закон електролизе</li> </ul> | <p>3.2.1. Анализира промене у електрохемијским ћелијама. (КЕМ SŠ C.3.1.)</p> <p>3.2.2. Запажа законитости генерализацијом података приказаних цртежима, графиконима и табелама. (КЕМ SŠ D.3.3.)</p> <p>3.2.3. Примењује математичка знања и вештине. (КЕМ SŠ D.3.2.)</p> <p>3.2.4. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци. (КЕМ SŠ B.3.3.)</p> <p>3.2.5. Повезује количину развијене супстанце на електродама с количином наелектрисања. (КЕМ SŠ C.3.2.)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Приказати задату електрохемијску ћелију цртежом и/или шематски</li> <li>♦ Описати промене на електродама задате електрохемијске ћелије применом електрохемијског (Волтиног) низа</li> <li>♦ Израчунати разлику стандардних електроодних потенцијала на основу задатих стандардних редукционих електроодних потенцијала полућелија</li> <li>♦ Написати једначине реакција на електродама и/или једначину укупне реакције у електрохемијској ћелији (с означеним агрегатним стањима или без означених агрегатних стања)</li> <li>♦ Предвидети могуће реакције до којих ће доћи између задатих супстанци применом електрохемијског (Волтиног) низа</li> <li>♦ Написати једначине хемијских реакција до којих ће доћи између задатих супстанци (с означеним агрегатним стањима или без означених агрегатних стања) на основу електрохемијског (Волтиног) низа</li> <li>♦ Повезати однос наелектрисања који протиче електролитичком ћелијом с променом масе на електродама или запремином гаса развијеног на електродама</li> </ul> |

\* Образовни исходи означени звездицом као и припадајућа разрада исхода те кључни појмови представљају садржај наставног предмета Хемије у 4. разреду средње школе и биће испитани према структури испита наведеној у табелама 16. и 17.

## 2.2. ПРИМЕРИ ОГЛЕДА

Улога огледа у настави хемије је непосредно упознавање ученика с процесима и појавама у природи запажањем и закључивањем. Огледи доприносе концептуалном разумевању хемијских садржаја и упознавању тих садржаја са садржајима других природних и научних дисциплина. Рад у лабораторији повезује усвојена теоријска знања с применом тих знања. У овом су каталогу предложени и разрађени огледи који обухватају више хемијских концепата.

Једноставно се изводе, не захтевају скупу опрему и хемикалије, у складу су с употребом еколошких и мање опасних супстанци те су с обзиром на то примењиви на свим нивоима образовања. Предложени огледи прате подручја испитивања према испитном каталогу. Будући да је хемија експериментална наука, циљеве наставе пожељно је остваривати извођењем експерименталног рада у складу с материјалним условима. О улози огледа као средишњег извора знања при остваривању задатака наставе Хемије говори низ научних и стручних записа који недвосмислено потврђују да се педагошки и методички принципи боље проводе употребом огледа у настави хемије него употребом других извора знања. Наведено је евидентно при остваривању дидактичких принципа непосредности, активности, развоја систематичности, постепености и др. Огледе треба изабрати према расположивим, приступачним и еколошки прихватљивим хемикалијама. Избор одговарајућег прибора за рад те поштовање мера опреза и заштите због време рада важни су фактори у планирању експерименталног рада.

Задатак наставника је да методички обликује редослед поступка и приказ прикупљених података те да подстиче ученике на интерпретацију резултата огледа.

Огледи наведени у испитном каталогу садрже попис прибора и хемикалија, потребне мере опреза и заштите те поступак и смернице за извођење огледа с припадајућим исходима учења. Упутства при извођењу огледа помоћи ће ученицима и наставницима да препознају хемијске садржаје на које треба обратити пажњу, а образовни исходи повезани су с наставним садржајем једног или више подручја. На тај је начин могуће допринети бољем повезивању практичног рада и повезивању резултата рада с усвојеним теоријским знањима, а додатну вредност представљају вештине руковања и рада с хемикалијама и прибором те развијање моторичких компетенција ученика. Даље, за поједине огледе приложена је слика уређаја која олакшава извођење огледа и усмерава пажњу ученика на уобичајени хемијски прибор и основне лабораторијске технике рада. Извођење сваког предложеног огледа може се још и додатно прилагодити условима рада те избором расположивих хемикалија и прибора.

## Оглед 1. РАЗДВАЈАЊЕ САСТОЈАКА СМЕШЕ

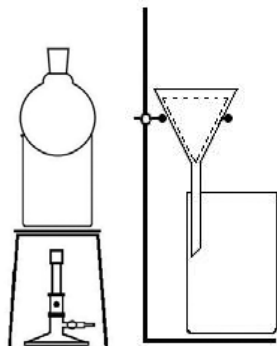
**Задатак:** раздвојити састојке из одабраних хетерогених и хомогених смеша

**Прибор и хемикалије:** две чаше од 100 mL, статив, две мрежице (или стакло-керамичке плочице), два балона с округлим дном, пламеник, шибице, шпахтла, кашичица, сахатно стакло, повећало, шприц-боца, стаклени штапић, капаљка, левак, филтер папир, четири метална статива, две стезаљке, угласти држач, обли држач, Ерленмајер од 100 mL, Петријева шоља, два метална прстена, наставак за дестилацију, термометар, Либигов хладњак, лула, натријум-хлорид, јод, песак, дестилована вода, каменчићи за врење

**Мере опреза:** За време рада с јодом потребно је користити заштитне наочаре и рукавице. Паре јода надражују слузокожу ока и дисајних путева. Оглед треба изводити у дигестору или уз отворен прозор.

### Поступак:

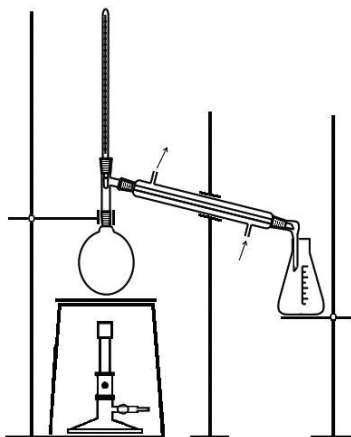
1. у чашу ставити смешу јода, натријум-хлорида и песка
2. чашу са смешом ставити на статив с мрежицом и поклопити је балоном с округлим дном (**слика 1.1.**)
3. у балон с округлим дном улити хладну воду до пола запремине балона
4. загревати чашу са смешом slabим пламеном све док не престану настајати паре јода које се накупљају на хладном дну балона
5. прекинути загревање, макнути балон пазећи да се прстима не додирује дно балона, састругати помоћу шпахтле кристалиће с дна балона у Петријеву шољу, поклопити другом Петријевом шољом и погледати кристалиће јода повећалом
6. када се чаша с осатком смеше охлади, додати 50 mL дестиловане воде и промешати стакленим штапићем
7. припремити уређај за филтрацију (**слика 1.2.**), навлажити водом филтер-папир у левку и на њега преко стакленог штапића излити садржај из чаше, филтрат сакупљати у другој чаши



Слика 1.1. Уређај за сублимацију

Слика 1.2. Уређај за филтрацију

8. сложити уређај за дестилацију (слика 1.3.)



Слика 1.3. Уређај за дестилацију

9. у балон за дестилацију улили филтрат из чаше и додати каменчиће за врење
10. раствор у балону за дестилацију загревати јаким оксидационим пламеном до тачке кључања
11. када капне прва кап дестилата у Ерленмајер, на термометру прочитати температуру
12. загревати док се у Ерленмајеру не сакупи неколико милилитара дестилата
13. загревањем једне капи дестилата на сахатном стаклу доказати да је дестилат чиста вода

#### Упутства за извођење огледа:

1. Именујте делове уређаја за сублимацију, дестилацију и филтрацију.
2. Упоредите боју кристалића јода с бојом пара јода.
3. Упоредите боју кристалића јода пре и након сублимације.
4. На основу запажања за време извођења огледа упоредите растворљивост нитријум-хлорида и песка у води.
5. Упоредите прочитану вредност температуре за време извођења дестилације с температуром кључања воде при притиску од 1 bar.
6. Размислите зашто је температура за време извођења дестилације константна иако се смеша загрева.
7. Изведите закључак о каквим се смешама (хомогеним или хетерогеним) ради пре сваког појединог поступка раздвајања.
8. Изведите закључак о којим својствима састојака смеше зависи избор поступка за раздвајање супстанци из смеше.
9. Обратите пажњу на знакове опасности и упозорења на реагенс-боци с јодом.

**Образовни исходи:**

KEM SŠ A.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

KEM SŠ A.1.3. Повезује грађу супстанци с њиховим својствима.

KEM SŠ A.1.4. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ C.1.3. Повезује својства супстанци с врстом хемијске везе и деловањима међу честицама.

KEM SŠ D.1.1. Повезује резултате огледа с концептуалним спознајама.



## Оглед 2. ЕКСТРАКЦИЈА ХЛОРОФИЛА ИЗ ЛИСТОВА СПАНАЋА И ХРОМАТОГРАФИЈА ЕКСТРАКТА

**Задатак:** одвојити хлорофил из листова спанаћа

**Прибор и хемикалије:** аван с тучком, нож, Ерленмајер од 50 mL, чаша од 100 mL, Петријева шоља, сахатно стакло, гумени чеп, мензура од 10 mL, капилара, левак, филтер-папир, листови спанаћа, етанол, петролетар, креда

**Мере опреза:** За време рада с етанолом и перолетром потребно је користити заштитне наочаре и рукавице, те се не сме радити у близини отвореног пламена и треба проветрити учионицу.

### Поступак:

1. листове спанаћа уситнити ножем, а затим их у авану добро изгњечити, додати 5 mL етанола и добро промешати тучком
2. добијену смешу пажљиво филтрирати, а филтрат сакупљати у Ерленмајер и затворити
3. на школској креди оловком повући линију (стратну линију) око 1 cm од доњег руба, на средину линије капиларом нанети узорак смеше из Ерленмајера
4. креду поставити усправно у чашу тако да стартна линија с узорком буде изнад нивоа петролетра, чашу поклопити сахатним стаклом, причекати да се растварач подигне 1 cm испод врха креде, а затим извадити креду и на њу оловком повући линију до које је стигао растварач, оставити креду да се осуши и забележити запажања
5. измерити удаљеност до које је дошао растварач од стартне линије ( $d_2$ ), а затим измерити удаљеност центра мрље од стартне линије ( $d_1$ ), измерене вредности уписати у **табелу 4.** и израчунати  $R_f$  вредности за супстанце у узорку

### Запажања:

**Табела 4.** Хроматографија екстракта хлорофила из спанаћа

| ФРОНТ     | $d_1/\text{cm}$ | $d_2/\text{cm}$ | $R_f$ вредност |
|-----------|-----------------|-----------------|----------------|
| РАСТВОРАЧ |                 |                 |                |
| МРЉА 1    |                 |                 |                |
| МРЉА 2    |                 |                 |                |

#### Упутства за извођење огледа:

1. Објасните разлог уситњавања листова спанаћа пре екстракције.
2. На основу запажања боје етанола, пре и после екстракције, изведите закључак која се супстанца из листова спанаћа естраховала у етанол.
3. Посматрајте креду након хроматографије и изведите закључак да ли је екстракт чиста супстанца или смеша.
4. Размислите шта је у предложеном огледу покретна (мобилна) фаза, а шта непокретна (стационарна) фаза.
5. Размислите од чега зависи  $R_f$  вредност.
6. Објасните на којим се физичко-хемијским процесима заснивају хроматографске методе раздвајања.
7. Обратите пажњу на знакове опасности и упозорења на реагенс-боцама с етанолом и петролетром.

#### Образовни исходи:

KEM SŠ A.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

KEM SŠ A.1.4. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ D.1.1. Повезује резултате огледа с концептуалним сазнањима.

KEM SŠ D.1.2. Примењује математичка знања и вештине.

### Оглед 3. ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ МЕТАЛА

**Задатак:** одредити густине одабраних метала

**Прибор и хемикалије:** четири мензуре од 25 mL, вага, вода, плочице цинка, бакра, алуминијума и олова

**Поступак:**

1. извагати металне плочице и уписати податке у **табелу 5**.
2. у мензуру улили 15–20 mL воде, очитати запремину ( $V_1(\text{H}_2\text{O})$ ) и уписати податак у **табелу 5**.

**Напомена:** Величину мензуре и запремину воде треба прилагодити величини узорка метала.

3. уронити плочицу цинка у мензуру, очитати запремину ( $V_2(\text{H}_2\text{O} + \text{метал})$ ) и уписати податак у **табелу 5**.
4. поновити поступак с осталим металним плочицама и уписати податке у **табелу 5**.
5. из разлике очитаних запремина одредити запремину узорка метала ( $V_3(\text{метал})$ )
6. израчунати густине (узорка) металних плочица и упоредити их са подацима из литературе
7. израчунати релативну грешку мерења користећи се изразом:

$$P = \frac{|\rho_i - \rho_l|}{\rho_l} \cdot 100\% \text{ где је } \rho_i \text{ експериментално одређена вредност густине, а } \rho_l \text{ литературна вредност густине}$$

**Запажања:**

**Табела 5.** Одређивање густине метала на собној температури

| Метал | ОГЛЕД |                                       |                                                      |                                 |                                       | ЛИТЕРАТУРА                            | Релативна грешка мерења $P$ |
|-------|-------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
|       | $m/g$ | $V_1(\text{H}_2\text{O})/\text{cm}^3$ | $V_2(\text{H}_2\text{O} + \text{метал})/\text{cm}^3$ | $V_3(\text{метал})/\text{cm}^3$ | $\rho(\text{метал})/\text{g cm}^{-3}$ | $\rho(\text{метал})/\text{g cm}^{-3}$ |                             |
| Zn    |       |                                       |                                                      |                                 |                                       |                                       |                             |
| Al    |       |                                       |                                                      |                                 |                                       |                                       |                             |
| Cu    |       |                                       |                                                      |                                 |                                       |                                       |                             |
| Pb    |       |                                       |                                                      |                                 |                                       |                                       |                             |
|       |       |                                       |                                                      |                                 |                                       |                                       |                             |
|       |       |                                       |                                                      |                                 |                                       |                                       |                             |

#### Упутства за извођење огледа:

1. На основу одређених густина процените да ли посматрани метали припадају лаким или тешким металима.
2. Упоредите измерене густине метала с подацима из литературе и израчунајте релативну грешку мерења.
3. На основу података из литературе изведите закључак како се мењају вредности густина метала у природи, а како по групама Периодног система елемената.
4. Размислите да ли густина метала зависи од масе узорка.
5. Изведите закључак да ли је густина супстанци интензивно или екстензивно својство.
6. Предложите методу одређивања густине узорака гаса и течности.

#### Образовни исходи:

KEM SŠ A.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

KEM SŠ A.1.4. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ B.2.2. Анализира хемијске промене неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ D.1.1. Повезује резултате огледа с концептуалним сазнањима.

KEM SŠ D.1.2. Примењује математичка знања и вештине.

## Оглед 4. РАСТВОРЉИВОСТ СОЛИ У ВОДИ

**Задаци:** одредити растворљивост одабране соли у води на различитим температурама, графички приказати зависност растворљивости те соли од температуре

**Прибор и хемикалије:** епрувета, сталак за епрувете, вага, термометар, пламеник, шибице, мензура од 10 mL, шприц-боца, дрвена штипаљка за епрувету, дестилована вода, калијум-нитрат (или остале соли, али је у том случају потребно прилагодити масу соли и запремину воде према подацима о растворљивости соли: калијум-хлорид, натријум-ацетат или калијум-хидрогенсулфат)

**Мере опреза:** За време извођења огледа потребно је користити заштитне наочаре.

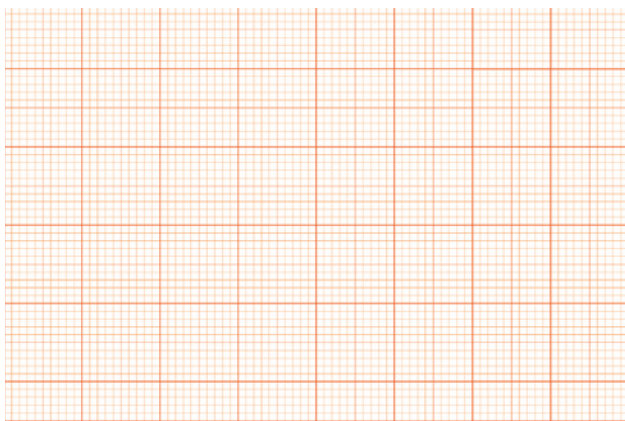
### Поступак:

1. у епрувети растворити 4,0 g калијум-нитрата у 2,5 mL дестиловане воде (претпоставите да је густина воде 1,0 g/mL)
2. епрувету ухватити дрвеном штипаљком и њен садржај опрезно загревати слабим пламеном
3. када се со потпуно раствори, мерити температуру док се раствор хлади
4. када се примети појава првих кристалића, забележити температуру у **табелу 6**.
5. поновити поступак мерења још три пута додајући у исту епрувету по 2,5 mL воде, након сваког додавања воде поново загревати смешу док се не растворе кристали, полако хладити и забележити температуру на којој се кристали појављују
6. на основу добијених података израчунати растворљивост соли у води, растворљивост изразити масеним уделима соли у засићеном раствору,  $w_{\text{sat}}(\text{co})$
7. графички приказати зависност растворљивости  $w_{\text{sat}}(\text{co})$  од температуре на милиметарском папиру (слика 2.)

### Запажања:

**Табела 6.** Растворљивост соли у води на различитим температурама

| $m(\text{co})/\text{g}$ | $m(\text{H}_2\text{O})/\text{g}$ | $t/^\circ\text{C}$ | $w_{\text{sat}}(\text{co})$ |
|-------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------|
|                         |                                  |                    |                             |
|                         |                                  |                    |                             |
|                         |                                  |                    |                             |
|                         |                                  |                    |                             |



Слика 2. Масени удео соли у засићеном раствору на различитим температурама

#### Упутства за извођење огледа:

1. На основу запажања за време извођења огледа објасните појам растворљивост супстанци и утицај температуре на растворљивост супстанци.
2. Из добијеног дијаграма прочитајте растворљивост соли на  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$  и  $60^{\circ}\text{C}$ .
3. Израчунајте масу одабране соли коју треба растворити у 200 g воде да би се припремио засићен раствор те соли при  $25^{\circ}\text{C}$ . Потребне податке прочитајте из резултата огледа приказаних на дијаграму.
4. Израчунајте масу одабране соли која ће се исталожити хлађењем 500 g засићеног раствора те соли с температуре  $40^{\circ}\text{C}$  на температуру  $20^{\circ}\text{C}$ . Потребне податке прочитајте из резултата огледа приказаних на дијаграму.
5. Повежите количинску концентрацију растворене соли у засићеном раствору с равнотежном константом растварања те соли. Напишите израз за равнотежну константу растварања соли помоћу количинске концентрације растворене соли.
6. Изведите закључак да ли је процес растварања коришћене соли егзотерман или ендотерман.
7. Наведите преносе енергије до којих долази за време загревања епрувете с раствором и нераствореним кристалима соли:
  - А) између система и околине,
  - Б) у систему.
8. На основу промене температуре при растварању соли у води размислите шта се дешава с енергијом система, а шта с енергијом околине.
9. Прикажите дијаграмом енталпије енергетске промене при растварању соли у води.
10. Предложите поступак којим може да се установи да ли је неки раствор неза-  
сићен, засићен или презасићен.

**Образовни исходи:**

KEM SŠ A.1.1. Анализира састав, својства и врсту супстанци.

KEM SŠ A.1.4. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.2.1. Анализира састав, својства и врсту супстанци.

KEM SŠ C.2.2. Анализира пренос енергије између система и околине и повезује их са променама током хемијске реакције.

KEM SŠ D.1.2. Примењује математичка знања и вештине.

KEM SŠ D.2.2. Примењује математичка знања и вештине.

KEM SŠ D.2.3. Запажа законитости генерализацијом података приказаних текстом, цртежом, моделима, табелама и графиконима.

## Оглед 5. ПРИПРЕМА РАСТВОРА ЗАДАТИХ КОНЦЕНТРАЦИЈА РАЗБЛАЖИВАЊЕМ И РАСТВОРАЊЕМ ЧВРСТИХ СУПСТАНЦИ У РАСТВОРАЧУ

### Оглед 5.1. ПРИПРЕМА ВОДЕНОГ РАСТВОРА СИРЋЕТНЕ КИСЕЛИНЕ КОЛИЧИНСКЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ РАЗБЛАЖИВАЊЕМ

**Задатак:** припремити водени раствор сирћетне киселине количинске концентрације  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$  разблаживањем раствора сирћетне киселине веће количинске концентрације

**Прибор и хемикалије:** мерни балон од 100 mL, мензура од 100 mL, левак, шприц-боца, алкохолно сирће ( $w = 9\%$ ,  $\rho = 1,01 \text{ g cm}^{-3}$ ), дестилована вода

**Мере опреза:** За време рада потребно је користити заштитине наочаре и рукавице.

#### Поступак:

1. израчунати запремину алкохолног сирћета ( $w = 9\%$ ,  $\rho = 1,01 \text{ g cm}^{-3}$ ) потребног за припрему 100 mL раствора сирћетне киселине концентрације  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$
2. мензуром одмерити потребну запремину 9%-тног раствора сирћетне киселине и улили, преко левка, у мерни балон, левак испрати дестилованом водом прикупљајући раствор у балон
3. мерни балон допунити дестилованом водом до ознаке, затворити и добро промешати вишеструким окретањем балона

### Оглед 5.2. ПРИПРЕМА ВОДЕНОГ РАСТВОРА НАТРИЈУМ-АЦЕТАТА КОНЦЕНТРАЦИЈЕ $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ РАСТВОРАЊЕМ ЧВРСТОГ УЗОРКА НАТРИЈУМ-АЦЕТАТА У ВОДИ

**Задатак:** припремити водени раствор натријум-ацетата концентрације  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$  растварањем чврстог узорка натријум-ацетата у води

**Прибор и хемикалије:** мерни балон од 100 mL, чаša од 100 mL, посуда за вагање (или пластична чаша), левак, вага, шприц-боца, дестилована вода, натријум-ацетат



**Мере опреза:** За време рада потребно је користити заштитне наочаре и рукавице.

**Поступак:**

1. израчунати масу натријум-ацетата потребну за припрему 100 mL раствора количинске концентрације  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$
2. посуду за вагање поставити на вагу и скалу на ваги подесити на нулу
3. у посуду за вагање додати масу соли израчунату у 1. кораку и забележити извагану масу ( $m_1$ )
4. у мерни балон поставити левак те пренети со из посуде
5. посуду поново извагати и забележити масу ( $m_2$ )
6. из разлике маса соли пре и након пресипавања израчунати масу додате соли ( $m_3$ )
7. заосталу со из левка испрати дестилованом водом прикупљајући раствор у мерни балон
8. уклонити левак након испирања, а у балон улили дестиловану воду до половине запремине балона, затворити балон и снажним мућкањем растворити со
9. када је сав натријум-ацетат растворен, у раствор додати дестиловану воду до мерне ознаке, зачепити и добро измешати садржај вишеструким окретањем мерног балона

**Упутства за извођење огледа 5.1. и 5.2:**

1. Наведите и опишите мерно посуђе коришћено у огледима 5.1. и 5.2.
2. Опишите лабораторијски поступак припреме раствора задатог система разблаживањем.
3. Опишите лабораторијски поступак припреме раствора задате количинске концентрације растварањем чврсте супстанце.
4. Опишите лабораторијски поступак припреме раствора задатог масеног удела растварањем чврсте супстанце.
5. Препознајте која је врста ваге коришћена за припремање раствора који се налазе у реагенс-боцама с етикетама:  
А)  $w(\text{NaCl}) = 9\%$   
Б)  $c(\text{NaCl}) = 1,0128 \text{ mol dm}^{-3}$ .
6. Обратите пажњу на промену температуре у балону током растварања чврстог натријум-ацетата у води и изведите закључак да ли је растварање натријум-ацетата ендотерман или еготерман процес.
7. Размислите да ли је припремљен раствор натријум-ацетата у описаном огледу незасићен, засићен или презасићен.
8. Процените утицај температуре на запремину воде и размислите о грешкама приликом припреме раствора тачно одређене количинске концентрације.

**Образовни исходи огледа 5.1. и 5.2:**

KEM SŠ A.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

KEM SŠ A.1.4. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.2.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.3.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на здравље људи и животну средину.

KEM SŠ C.2.2. Анализира пренос енергије између система и околине и повезује их с променама током хемијске реакције.

KEM SŠ D.1.2. Примењује математичка знања и вештине.

KEM SŠ D.2.2. Примењује математичка знања и вештине.

## Оглед 6. РЕАКЦИЈА БАКРА И СУМПОРА

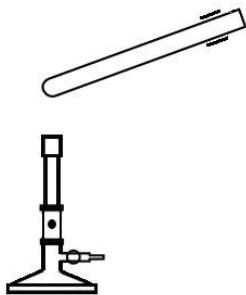
**Задатак:** реакцијом бакра и сумпора добити бакар(I)-сулфид

**Прибор и хемикалије:** епрувета, дрвена штитаљка за епрувету, пламеник, шибице, вага, танке бакарне жице, сумпор у праху

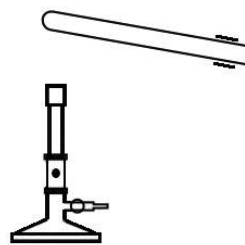
**Мере опреза:** За време рада потребно је користити заштитне наочаре.

### Поступак:

1. у епрувету ставити 2,00 g танких бакарних жица и 0,75 g сумпора у праху, епрувету мало нагнути отвором према горе (слика 3.1.) и садржај загревати док се бакар не зажари
2. епрувету окренути у мало нагнутом положају с отвором према доле и загревати док се сумпор не одвоји од производа реакције (слика 3.2.), епрувету оставити у истом положају док се њен садржај не охлади, производ остаје у епрувети
3. охлађен производ реакције истрести из епрувете у извагану лађицу од филтер-папира, поново извагати те забележити масу насталог производа



Слика 3.1. Епрувета нагнута отвором према горе



Слика 3.2. Епрувета нагнута отвором према доле

### Упутства за извођење огледа:

1. Опишите промене током загревања сумпора.
2. Након вагања упоредите боју и савитљивост полазних супстанци и производа.
3. У описаном поступку синтезе коначни произво је бакар(I)-сулфид. Реакцијом бакра и сумпора прво настаје бакар(II)-сулфид који даљим жарењем прелази у бакар(I)-сулфид и сумпор. Описане промене прикажите једначинама хемијских реакција.
4. Израчунајте и изведите закључак који је реактант ограничавајући (меродаван), а који је у вишку.

5. На основу масе органичавајућег реактанта израчунајте масу бакар(I)-сулфида који би могао да настане описаном реакцијом.
6. Израчунајте искориштење реакције.
7. Одредите оксидационе бројеве атома у реактантима и производу описане хемијске реакције.
8. Одредите оксидационо и редкционо средство у описаној хемијској реакцији.
9. Напишите једначине полуреакција за оксидацију и редукцију те за укупну једначину описане хемијске реакције.
10. Обратите пажњу на знакове опасности и упозорења на реагенс-боци са сумпором.

**Образовни исходи:**

KEM SŠ A.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

KEM SŠ A.1.4. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.2.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.3.1. Истражује својства, састав и врсту супстанци.

KEM SŠ A.3.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на здравље људи и животну средину.

KEM SŠ B.1.2. Анализира физичке и хемијске промене.

KEM SŠ B.2.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ B.3.3. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ D.1.2. Примењује математичка знања и вештине.

KEM SŠ D.2.2. Примењује математичка знања и вештине.

KEM SŠ D.3.2. Примењује математичка знања и вештине.

## Оглед 7. СВОЈСТВА АМОНИЈУМ-ХЛОРИДА

**Задаци:** испитати растворљивост амонијум-хлорида у води, одредити рН вредност воденог раствора амонијум-хлорида и испитати термичку стабилност чврстог амонијум-хлорида

**Прибор и хемикалије:** две епрувете, сталак за епрувете, кашичица, стаклени штапић, сахатно стакло, термометар, пламеник (или свећа), шибице, дрвена штипаљка за епрувету, капаљка, амонијум-хлорид, дестилована вода, универзални индикатор папир, вата

**Мере опреза:** За време рада потребно је користити заштитне наочаре. Оглед треба да се изводи у дигестору или уз отворен прозор.

### Поступак:

1. у епрувету **1** улити око 1 mL дестиловане воде и измерити температуру воде
2. додати кашичицу амонијум-хлорида, промешати термометром и очитати температуру
3. кап раствора амонијум-хлорида нанети стакленим штапићем на универзални индикатор папир и очитати рН вредност раствора
4. у епрувету **2** ставити пола кашичице амонијум-хлорида, епрувету затворити с мало вате и дно епрувете загрејати у пламену

### Упутства за извођење огледа:

1. Једначином хемијске реакције прикажите растварање амонијум-хлорида у води.
2. Напишите концентрациону константу равнотеже растварања амонијум-хлорида у води.
3. Концентрациона константа растварања амонијум-хлорида у води на 25°C износи  $30,9 \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$ . Израчунајте количинску концентрацију амонијум-хлорида у zasiћеном воденом раствору на 25°C.
4. На основу промене температуре у систему при растварању амонијум-хлорида у води изведите закључак да ли је тај процес егзотерман или ендотерман.
5. Наведите преносе енергије до којих долази за време растварања амонијум-хлорида у води:  
А) између система и околине,  
Б) у систему.
6. На основу промене боје индикатор папира изведите закључак у којем је подручју рН вредност раствора амонијум-хлорида.

7. Једначином хемијске једначине прикажите хидролизу амонијум-хлорида.
8. Изведите закључак које су јединке у реакцији хидролизе амонијум-хлорида Брендстед-Лауријеве киселине, а које Брендстед-Лауријеве базе.
9. Прикажите структуре јединки у реакцији хидролизе амонијум-хлорида Луи-совим симболима.
10. Опишите и објасните промене које се дешавају за време загревања амонијум-хлорида.
11. Једначином хемијске реакције прикажите промену насталу загревањем амонијум-хлорида.
12. Размислите којој врсти кристала припадају кристали амонијум-хлорида.
13. Предвидите грађу молекула амонијака и амонијум јона на основу VSEPR методе.
14. Објасните и прикажите једначином промену до које долази у горњем хладном делу епрувете у огледу.

**Образовни исходи:**

КЕМ SŠ A.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

КЕМ SŠ A.1.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

КЕМ SŠ A.2.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

КЕМ SŠ A.3.1. Истражује својства, састав и врсту супстанци.

КЕМ SŠ B.1.2. Анализира физичке и хемијске промене.

КЕМ SŠ B.2.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

КЕМ SŠ B.3.3. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

КЕМ SŠ D.1.3. Запажа законитости генерализацијом података приказаних, цртежом, моделима, табелама и графиконима.

КЕМ SŠ D.3.2. Примењује математичка знања и вештине.

## Оглед 8. СВОЈСТВА УГЉЕНИК(IV)-ОКСИДА

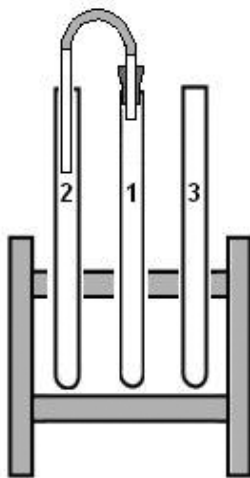
**Задаци:** растварањем калцијум-карбоната (из љуске јајета или кречњака) у хлороводоничној киселини произвести угљеник(IV)-оксид, испитати растворљивост угљеник(IV)-оксида у води и одредити рН вредност воденог раствора угљеник(IV)-оксида, кречном водом доказати присутност угљеник(IV)-оксида

**Прибор и хемикалије:** три епрувете, сталак за епрувете, три капаљке (или мезура, инјекцијски-шприц), чеп за епрувету с провученом стакленом цевчицом и гуменом цевчицом на другом крају (слика 4.), два чепа за епрувету, стаклени штапић, сламка, љуска јајета или каменчић кречњака, 19% раствор хлороводоничне киселине, кречна вода, универзални индикатор папир

**Мере опреза:** За време рада с кречном водом и хлороводоничном киселином потребно је користити заштитне наочаре и рукавице.

### Поступак:

1. епрувете означити бројевима **1**, **2** и **3** и ставити их у сталак следећим редом: **2**, **1**, **3**
2. у епрувету **1** убазити комадиће љуске јајета или каменчиће кречњака, у епрувету **2** капаљком улити око 1 mL дестиловане воде, а у епрувету **3** капаљком улити око 1 mL кречне воде
3. у епрувету **1** капаљком улити око 5 mL 19% раствора хлороводоничне киселине, епрувету **1** одмах затворити чепом кроз који је провучена стаклена цевчица, слободан крај гумене цевчице ставити у простор епрувете **2** (слика 4.)



Слика 4. Испитивање својстава угљеник(IV)-оксида

4. након једног минута гумену цевчицу из епрувете **2** преместити у епрувету **3**, а епрувету **2** одмах затворити и добро протрести
5. универзалним индикатор папиром одредити рН вредност раствора у епрувети **2** и рН вредност дестиловане воде
6. након једног минута извадити гумену цевчицу из епрувете **3** те епрувету затворити и добро протрести
7. у течност која се налази у епрувети **3** удахнути ваздух сламком до уочљиве промене

#### Упутства за извођење огледа:

1. Опишите промене изазване деловањем хлороводоничне киселине на љуску јајета у епрувети **1**.
2. Опишите промене у епруветама **2** и **3**.
3. При извођењу огледа гас који настаје реакцијом у епрувети **1** уводи се у епрувете **2** и **3**. Притом није потребно да се епрувете **2** и **3** затворе. Зашто? На основу огледа упоредите густину насталог гаса и густину ваздуха.
4. На основу једначине стања идеалног гаса изведите израз за рачунање густине гаса на задатом притиску и температури те израчунајте густину насталог гаса и густину ваздуха. Претпоставите да је моларна маса ваздуха  $29 \text{ g mol}^{-1}$ , температура  $25^\circ\text{C}$ , а притисак  $1 \text{ bar}$ .
5. Настале промене у епруветама **1** и **2** прикажите једначинама хемијских реакција. Напишите ознаке агрегатних стања свих супстанци које учествују у реакцији и именујте производе хемијских реакција.
6. Упоредите промене у епрувети **3** након увођења:
  - А) гаса насталог реакцијом у епрувети **1**,
  - Б) удахнутог ваздуха.
 Настале промене прикажите једначинама хемијских реакција. Напишите ознаке агрегатних стања свих супстанци које учествују у реакцији и именујте производе хемијских реакција.
7. Израчунајте запремину угљеник(IV)-оксида која може да се добије растварањем  $100 \text{ g}$  калцијум-карбоната у  $1 \text{ L}$  хлороводоничне киселине количинске концентрације  $5,26 \text{ mol L}^{-1}$  на  $0^\circ\text{C}$  и  $101\,325 \text{ Pa}$ .
8. Одговорите којом су врстом хемијских веза повезани атоми кисеоника и угљеника у молекулу угљеник(IV)-оксида.
9. Структуру молекула угљеник(IV)-оксида прикажите Луисовом симболиком.
10. Предвидите просторну грађу молекула угљеник(IV)-оксида.
11. Обратите пажњу на знакове опасности и упозорења на реагенс-боци с хлороводоничном киселином.



**Напомена:** Љуску јајета највећим делом изграђује калцијум-карбонат.

**Образовни исходи:**

KEM SŠ A.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

KEM SŠ A.1.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ A.1.4. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.2.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.3.1. Истражује својства, састав и врсту супстанци.

KEM SŠ A.3.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на здравље људи и животну средину.

KEM SŠ B.1.1. Објашњава врсте и својства хемијских веза.

KEM SŠ B.2.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ B.3.3. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ D.1.2. Примењује математичка знања и вештине.

KEM SŠ D.1.3. Запажа законитости генерализацијом података приказаних текстом, цртежом, моделима, табелама и графиконима.

KEM SŠ D.3.2. Примењује математичка знања и вештине.

## Оглед 9. ДОКАЗИВАЊЕ НЕЗАСИЋЕНОСТИ ОРГАНСКОГ ЈЕДИЊЕЊА

**Задатак:** доказати постојање вишеструких веза у молекулима органских једињења присутних у земном гасу, кори лимуна, смеси етанола и воде те у јестивом уљу

**Прибор и хемикалије:** четири епрувете, сталак за епрувете, гумена цевчица с уметнутом стакленом цевчицом на врху, сахатно стакло, две капаљке (или мензура, инјекцијски-шприц), разблажена јодна вода, земни гас (или гас из картуше), кора лимуна или наранџе, етанол, јестиво уље

**Мере опреза:** За време рада потребно је користити заштитене наочаре.

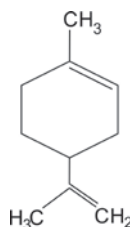
### Поступак:

1. епрувете означити бројевима од **1** до **4** и у сваку улити по 1 mL јодне воде
2. у јодну воду у епрувети **1** помоћу гумене цевчице неколико секунди уводити земни гас, извадити гумену цевчицу из епрувете и затим **одмах затворити довод гаса**, посматрати промене
3. исцедити сок коре лимуна или наранџе стругањем по рубу сахатног стакла, усуги сок у епрувету **2** и протрести садржај епрувете, посматрати промене
4. у епрувету **3** пластичном капаљком усуги око 1 mL етанола, протрести садржај у епрувети **3**, посматрати промене
5. у епрувету **4** капаљком усуги око 1 mL уља, протрести садржај у епрувети **4**, посматрати промене

### Упутства за извођење огледа:

1. Опишите промене боје јодне воде у епруветама **1, 2, 3** и **4**.
2. Изведите закључак у којим је епруветама дошло до хемијске промене.
3. Одредите којој врсти хемијских реакција припадају реакције до којих је дошло у огледима.

**Напомена:** Сок коре лимуна и наранџе садржи једињење лимонен. На слици је приказана његова структурна формула.



4. Настале промене прикажите једначинама хемијских реакција и именујте производе реакција.

**Образовни исходи:**

KEM SŠ A.1.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ A.1.4. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.2.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ A.2.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.3.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ A.3.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ B.2.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ B.3.3. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ D.1.2. Примењује математичка знања и вештине.

KEM SŠ D.1.3. Запажа законитости генерализацијом података приказаних текстом, цртежом, моделима, табелама и графиконима.

## Оглед 10. ФЕЛИНГОВА РЕАКЦИЈА

**Задатак:** доказати редукциона својства глюкозе и проверити да ли је сахароза редукујући шећер

**Прибор и хемикалије:** две епрувете, сталак за епрувете, четири капаљке (или мензура, инјекцијски-шприц), чаша од 250 mL с врућом водом, Фелингов раствор I, Фелингов раствор II, водени раствор глюкозе, водени раствор сахарозе

**Мере опреза:** За време рада с Фелинговим реагенсом потребно је користити заштитне наочаре и рукавице.

### Поступак:

1. припрема Фелинговог реагенса: у епрувету 1 улити око 1 mL Фелинговог раствора I и око 1 mL Фелинговог раствора II, протрести садржај епрувете, поделити раствор у две епрувете
2. у епрувету 1 са 1 mL Фелинговог реагенса улити око 1 mL раствора глюкозе, протрести садржај епрувете и загрејати га у врућој води
3. у епрувету 2 са 1 mL Фелинговог реагенса улити око 1 mL раствора сахарозе, протрести садржај епрувете и загрејати га у врућој води

### Упутства за извођење огледа:

1. Опишите промене у епруветама 1 и 2.
2. Нацртајте структуру функционалне групе која се доказује Фелинговим реагенсом.
3. Предложите реакцију којом из сахарозе могу настати глюкоза и фруктоза.
4. Парцијалном једначином прикажите реакцију редукције бакар(II)-јона у елементарни бакар.
5. Размислите од које супстанце потиче боја насталог талог након реакције редукујућег шећера Фелинговим реагенсом.
6. Изведите закључак да ли се током реакције глюкоза оксидује или редукује.
7. Обратите пажњу на рН вредност раствора потребну за реакцију редукујућег шећера с бакар(II) јонима.

**Образовни исходи:**

KEM SŠ A.1.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ A.2.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ A.3.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ B.2.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ B.3.3. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ AB.4.8. Критички разматра утицај супстанци на човека и животну средину.

## Оглед 11. БИУРЕТСКА РЕАКЦИЈА

**Задатак:** доказати присутност (или изостанак присуства) пептидне везе у уреи, биурету ( $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}-\text{NH}_2$ ) и протеинима белања јајета

**Прибор и хемикалије:** три епрувете, сталак за епрувете, три капаљке (или мензура, инјекцијски-шприц), дрвена штипаљка за епрувету, пламеник, шибице, чаша од 250 mL, стаклени штапић, дестилована вода, уреа, водени раствор бакар(II)-сулфата, водени раствор натријум-хидроксида, белањак јајета, раствор натријум-хлорида,  $w(\text{NaCl}) = 0,9\%$

**Мере опреза:** За време рада потребно је користити заштитне наочаре и рукавице. Биурет реагенс треба припремати у близини отвореног прозора или у дигестору.

### Поступак:

#### Доказивање пептидне везе у уреи

1. у епрувету **1** улити око 1 mL дестиловане воде, на врх кашичице додати уреу и протрести садржај епрувете
2. у епрувету **1** додати око 1 mL воденог раствора натријум-хидроксида и 1 кап раствора бакар(II)-сулфата и поново протрести садржај епрувете

#### Припрема биурета из урее и доказивање пептидне везе у биурету

3. у епрувети **2** загревати око 1 g урее док не изађе сав амонијак (загревање траје око 1 минут, а да ли амонијак излази, може да се провери навлаженим лакмус-папиром на отвору епрувете)
4. охладити чврсти остатак, затим улити 1 mL воденог раствора натријум-хидроксида, додати 1 кап раствора бакар(II)-сулфата и промућкати садржај епрувете

#### Припрема раствора белања јајета и доказивање пептидне везе у протеинима белања јајета

5. у чаши размутити белањак јајета стакленим штапићем, а затим додати око 100 mL раствора натријум-хлорида и промешати
6. у епрувету **3** улити око 1 mL раствора белања јајета и око 1 mL раствора натријум-хидроксида, а затим додати 1 кап раствора бакар(II)-сулфата те промућкати садржај епрувете

### Упутства за извођење огледа:

1. Опишите промене у епруветама **1**, **2** и **3**.
2. Прикажите једначином хемијске реакције промену насталу за време загревања урее.

3. Прикажите једначином хемијске реакције синтезу дипептида из два молекула глицина.
4. Нацртајте структуру пептидне везе.
5. Наведите прехранбене намирнице које би дале позитиван резултат биурет реакције.
6. Обратите пажњу на знакове опасности и упозорења на реагенс-боси с уреом.

**Напомена:** Припремљеним раствором белањка јајета може се извести додатни низ огледа с беланчевинама: ксантопротеинска реакција, таложне реакције (киселинама, солима тешких метала, алкохолом) и излучивање протеина.

**Образовни исходи:**

KEM SŠ A.1.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ A.2.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ A.3.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ B.2.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ B.3.3. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ D.1.3. Запажа законитости генерализацијом података приказаних текстом, цртежом, моделима, табелама и графиконима.

KEM SŠ AB.4.8. Критички разматра утицај супстанци на људе и животну средину.

## Оглед 12. УТИЦАЈ ТЕМПЕРАТУРЕ НА РАВНОТЕЖУ ХЕМИЈСКЕ РЕАКЦИЈЕ

**Задатак:** испитати утицај температуре на равнотежу реакције тетрааквабакар(II) катјона и хлоридних анјона

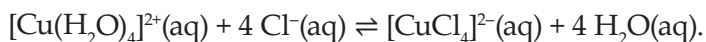
**Прибор и хемикалије:** три епрувете, сталак за епрувете, две чаше од 250 mL, мензура од 10 mL, левак за докапавање, две пластичне флаше с отвором за докапавање, водени раствор бакар(II)-сулфата количинске концентрације  $1 \text{ mol dm}^{-3}$ , концентрована хлороводонична киселина, врућа вода, лед

**Мере опреза:** За време рада с концентрованом киселином потребно је користити заштитне наочаре и рукавице.

### Поступак:

1. означити три епрувете бројевима **1, 2 и 3**
2. у епрувету **1** ули 9 mL раствор бакар(II)-сулфата и додати око 30 капи (2 до 3 mL) концентроване хлороводоничне киселине из пластичне флаше с капаљком до прве промене боје раствора у плавозелену

**Напомена:** Након шта се дода концентрована хлороводонична киселина у раствор бакар(II)-сулфата, долази до следеће хемијске реакције:



**обоји раствор плаво                      обоји раствор жутозелено**

3. садржај епрувете **1** разделити у три припремљене епрувете на начин да је у свакој епрувети подједнака запремина раствора, епрувету број **1** оставити као контролну
4. епрувету број **2** ставити у чашу с врућом водом, а епрувету број **3** у чашу с ледом, епрувете оставити у чашама неколико минута, након тога извадити епрувете из чаша и забележити боје раствора у епруветама
5. епрувете одложити у сталак и причекати неколико минута да се температура у епрувети изједначи са собном температуром, запазити промене боја раствора

### Упутства за извођење огледа:

1. Размислите шта узрокује промену боје раствора у епруветама **2 и 3** за време загревања и хлађења.
2. На основу запажања и једначина хемијске реакције изведите закључак у којем се смеру помера равнотежа хемијске реакције за време загревања, односно хлађења раствора.



3. Прикажите једначином хемијске реакције посматрану промену.
4. Напишите концентрациону константу равнотеже за реакцију тетрааквабакар(II) катјона и хлоридних анјона.
5. На основу промене боје услед загревања садржаја епрувете **2** изведите закључак да ли је реакција у смеру настајања производа ендотермна или екзотермна.
6. Одговорите како би се променила боја раствора у епрувети **1** додатком бакар(II)-сулфата у вишку, а како додатком воде. Затим проверите своје претпоставке огледом.
7. Упоредите боју воденог раствора који садржи јоне бакра с бојом пламена коју дају јони бакра.

**Образовни исходи:**

КЕМ SŠ A.1.3. Повезује грађу супстанци с њиховим својствима.

КЕМ SŠ B.3.2. Процењује утицај фактора на систем реакционе смеше у равнотежном систему.

КЕМ SŠ C.2.2. Анализира пренос енергије између система и околине и повезује их с променама током хемијске реакције.

КЕМ SŠ D.3.2. Примењује математичка знања и вештине.

## Оглед 13. АЦЕТАТНИ ПУФЕР

**Задаци:** припремити ацетатни пуфер и испитати његова својства

**Прибор и хемикалије:** чаша од 100 mL, три мензуре од 25 mL, четири епрувете, две капалке, две бочице с капалком од 25 mL, пет стаклених штапића, раствор сирћетне киселине,  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , раствор натријум-ацетата,  $c(\text{CH}_3\text{COONa}) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , раствор хлороводоничне киселине,  $c(\text{HCl}) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , раствор натријум-хидроксида,  $c(\text{NaOH}) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , дестилована вода, универзални индикатор папир

### Поступак:

1. упутства за припрему раствора сирћетне киселине и натријум-ацетата налазе се у огледима 5.1. и 5.2.
2. припрема раствора пуфера: у чашу улити мензуром 20 mL раствор сирћетне киселине концентрације  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$  и 20 mL раствора натријум-ацетата концентрације  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , промешати смешу стакленим штапићем.
3. у епруветама **1** и **2** одмерити мензуром по 10 mL припремљеног раствора пуфера, а у епруветама **3** и **4** по 10 mL дестиловане воде
4. одредити парчетом универзалног индикатор папира рН вредност раствора пуфера у епрувети **1** и рН вредност воде у епрувети **3**, очитане вредности уписати у **табелу 7**
5. у епрувете **1** и **3** додати по 10 капи раствора хлороводоничне киселине концентрације  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , промешати сваки раствор стакленим штапићем и универзалним индикатор папиром одредити рН вредност сваког раствора, очитане вредности уписати у **табелу 7**
6. у епрувете **2** и **4** додати по 10 капи раствора натријум-хидроксида концентрације  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , промешати сваки раствор стакленим штапићем и универзалним индикатор папиром одредити рН вредност сваког раствора, очитане вредности уписати у **табелу 7**

**Табела 7.** Утицај додавања HCl и NaOH на рН вредност ацетатног пуфера и чисте воде

| ЕПРУВЕТА                                                                                 | АЦЕТАТНИ ПУФЕР |   | ДЕСТИЛОВАНА ВОДА |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---|------------------|---|
|                                                                                          | 1              | 2 | 3                | 4 |
| рН вредност полазног раствора                                                            |                | × |                  | × |
| рН вредност раствора након додавања 10 капи HCl концентрације $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$  |                | × |                  | × |
| рН вредност раствора након додавања 10 капи NaOH концентрације $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ | ×              |   | ×                |   |

**Упутства за извођење огледа:**

1. Упоредите рН вредности у епруветама 1 и 3 те у епруветама 2 и 4 након додавања јаке киселине или јаке базе у дестиловану воду или у једнаку количину пуферског раствора. Образложите запажања.
2. Једначинама хемијских реакција прикажите промене у пуферским растворима након додавања јаке киселине, односно јаке базе.
3. На основу запажања и једначина хемијске реакције објасните деловање пуфера при додавању јаке киселине или јаке базе у водени раствор сирћетне киселине и натријум-ацетата.
4. Напишите концентрациону константу равнотеже јонизације сирћетне киселине.
5. Израчунајте рН вредност раствора насталог мешањем раствора сирћетне киселине ( $c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ ) и раствора натријум-ацетата ( $c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ ). Константа јонизације сирћетне киселине износи  $1,75 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ .
6. Осмислите оглед којим бисте показали колико би се јаке киселине или јаке базе могло додати у раствор пуфера, а да његова рН вредност остене приближно једнака.

**Образовни исходи:**

КЕМ SŠ A.1.4. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

КЕМ SŠ A.2.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

КЕМ SŠ A.3.1. Истражује својства, састав и врсту супстанци.

КЕМ SŠ A.3.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на здравље људи и животну средину.

КЕМ SŠ B.3.2. Процењује утицај фактора на систем реакционе смеше у равнотежном систему.

КЕМ SŠ D.1.2. Примењује математичка знања и вештине.

КЕМ SŠ D.2.2. Примењује математичка знања и вештине.

КЕМ SŠ D.3.2. Примењује математичка знања и вештине.

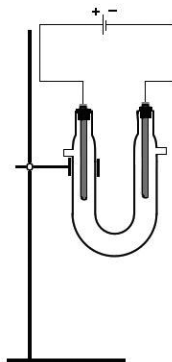
## Оглед 14. ЕЛЕКТРОЛИЗА ВОДЕНОГ РАСТВОРА НАТРИЈУМ-СУЛФАТА

**Задатак:** електролизом воденог раствора натријум-сулфата разложити воду на водоник и кисеоник

**Прибор и хемикалије:** сталак, стезалка (клема) и спојница, U-цев, левак, две графитне електроде провучене кроз чепове, проводници (жице) с крокодилкама, батерија од 4,5 V или адаптер наизменичне струје од 4 V до 6 V, две капаљке, водени раствор натријум-сулфата,  $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , индикатори метилоранж и фенолфталеин

**Поступак:**

1. уређај саставити према **слици 5**.
2. раствор натријум-сулфата улили кроз левак у U-цев те у раствор уронити електроде
3. електроде помоћу проводника с крокодилкама повезати на полове батерије, забележити која је електрода повезана на позитиван, а која на негативан пол батерије
4. након отприлике 5 минута прекинути електролизу и извадити обе електроде из раствора
5. у анодни простор додати 1 до 2 капи раствора метилоранжа, а у катодни простор додати од 1 до 2 капи раствора фенолфталеина, забележити запажања



Слика 5. Уређај за електролизу воденог раствора натријум-сулфата

**Упутства за извођење огледа:**

1. Посматрајте промене на електродама током електролизе воденог раствора натријум-сулфата.
2. Упоредите брзине настајања мехурића гаса на електродама.

3. На основу промена боја индикатора изведите закључак о рН вредностима раствора у анодном и катодном простору.
4. На основу запажања и промена на електродама изведите закључак који производи настајање електролизом воденог раствора натријум-сулфата.
5. Промене на електродама прикажите парцијалним једначинама оксидације и редукције те напишите једначину укупне хемијске реакције.
6. Израчунајте запремину водоника која може да се добије електролизом воде на  $20^{\circ}\text{C}$  и  $10^5$  Pa ако електрохемијском ћелијом пролази струја јачине 2 A за време од 30 минута.
7. Размислите шта се током електролизе догађа с јонима натријума, а шта са сулфатним јонима.
8. Гасови добијени електролизом воде употребљавају се у горивим ћелијама. Истражите ефикасност горивих ћелија као еколошки оправданих извора енергије.

**Образовни исходи:**

KEM SŠ A.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

KEM SŠ A.1.4. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.2.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на животну средину.

KEM SŠ A.3.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

KEM SŠ A.3.3. Критички разматра употребу супстанци и њихов утицај на здравље људи и животну средину.

KEM SŠ C.3.1. Анализира промене у електрохемијским ћелијама.

KEM SŠ C.3.2. Повезује количину развијене супстанце на електродама с количином наелектрисања.

KEM SŠ D.1.2. Примењује математичка знања и вештине.

KEM SŠ D.3.2. Примењује математичка знања и вештине.

KEM SŠ D.3.3. Запажа законитости генерализацијом података приказаних цртежом, графиконима и табелама.

## Оглед 15. ЕЛЕКТРОХЕМИЈСКИ НИЗ МЕТАЛА

### Оглед 15.1. РЕАКЦИЈА МЕТАЛА С РАЗБЛАЖЕНОМ КИСЕЛИНОМ

**Задатак:** испитати реактивност одабраних метала с разблаженом хлороводоничном киселином

**Прибор и хемикалије:** шест епрувета, сталак за епрувете, раствор хлороводоничне киселине,  $w(\text{HCl}) = 15\%$ , грануле или опилци метала подједнаких величина (нпр. магнезијум, алуминијум, цинк, бакар, гвожђе, олово)

**Мере опреза:** За време рада с хлороводоничном киселином потребно је користити заштитне наочаре и рукавице.

**Поступак:** у шест епрувета улили око 1 mL хлороводоничне киселине те редом убацити грануле или опилке одабраних метала, након тога посматрати и забележити запажања у **табелу 8**.

**Напомена:** Развијање мехурића гаса у реакцији метала с киселином означите плусом (+) или минусом (-), а интензитет настајања мехурића гаса у реакцији појединог метала редним бројевима почевши од 1. за реакцију при којој је настајање мехурића најинтензивније.

**Табела 8.** Запажене промене при реакцији одабраних метала с разблаженом хлороводоничном киселином

| МЕТАЛИ | ЗАПАЖЕНЕ ПРОМЕНЕ У РЕАКЦИЈИ МЕТАЛА СА $\text{HCl(aq)}$ |            |
|--------|--------------------------------------------------------|------------|
|        | РАЗВИЈАЊЕ МЕХУРИЋА ГАСА                                | ИНТЕНЗИТЕТ |
| Fe     |                                                        |            |
| Al     |                                                        |            |
| Zn     |                                                        |            |
| Cu     |                                                        |            |
| Mg     |                                                        |            |
| Pb     |                                                        |            |

**Упутства за извођење огледа 15.1.:**

1. Опишите запажања током реакције метала с хлороводоничном киселином.
2. Упоредите интензитет настајања мехурића у епруветама.
3. Према интензитету реакције метала с киселином саставите електрохемијски низ метала на начин да уписујете симболе метала почевши од метала који је најбурније реаговао с киселином, а потом симболе осталих метала према смањењу интензитета реакције.

Реактивност метала према резултатима огледа



4. Запажене хемијске промене прикажите једначинама хемијских реакција и напишите ознаке агрегатних стања свих реактаната и производа.
5. У реакцији цинка и хлороводоничне киселине одредите оксидационе бројеве атома у свим јединкама које учествују у тој реакцији те изједначите једначину парцијалним једначинама оксидације и редукције.
6. Према написаној једначини редокс-реакције изведите закључак који је реактант редукционо средство.
7. Према резултатима огледа изведите закључак који је од одабраних метала најјаче, а који је најслабије редукционо средство.
8. Упоредите резултате огледа с положајем одабраних метала у електрохемијском низу метала (Волтин низ).

## Оглед 15.2. РЕАКЦИЈЕ МЕТАЛА С РАСТВОРЕНИМ ЈОНИМА СОЛИ

**Задатак:** испитати реактивност одабраних метала с раствореним катјонима одабраних соли

**Прибор и хемикалије:** девет епрувета, стакал за епрувете, разблажени водени раствори соли (нпр. цинк-хлорид  $c(\text{ZnCl}_2) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ , бакар(II)-хлорид,  $c(\text{CuCl}_2) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ , сребро-нитрат,  $c(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ), грануле или опиљци метала (нпр. магнезијум, цинк, бакар)

**Поступак:**

- у епрувете 1, 2 и 3 улили по 2 mL раствора цинк-хлорида
- у епрувете 4, 5 и 6 улили по 2 mL раствора бакар(II)-хлорида
- у епрувете 7, 8 и 9 улили по 2 mL раствора сребро-нитрата
- у растворе убацити узорке метала и забележити запажања у **табелу 9**.

**Запажања:** Реакцију метала с јоном одабране соли у **табели 9**. означите плусом (+) или минусом (-).

**Табела 9.** Запажене промене при реакцијама одабраних метала с раствореним јонима соли

| МЕТАЛИ | ВОДЕНИ РАСТВОРИ СОЛИ       |                            |                            |  |  |
|--------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|--|
|        | $\text{ZnCl}_2(\text{aq})$ | $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ | $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ |  |  |
| Mg     |                            |                            |                            |  |  |
| Zn     |                            |                            |                            |  |  |
| Cu     |                            |                            |                            |  |  |
|        |                            |                            |                            |  |  |
|        |                            |                            |                            |  |  |

**Упутства за извођење огледа 15.2.:**

- Опишите запажања у епруветама.
- Обајсните своја запажања и закључите у којим је епруветама дошло до хемијске промене.
- Упоредите резултате огледа с положајем редокс-пара, метал/јон метала, у Волтином низу.



4. У литератури пронађите тачне податке за стандардне електродне потенцијале посматраних парова, метал/јон метала, и упоредите их са резултатима огледа.
5. Прикажите једначинама хемијских реакција могуће промене у растворима. Означите агрегатна стања свих учесника реакције.
6. За једну од могућих реакција напишите парцијалне реакције оксидације и редукције.
7. Према написаној једначини редокс-реакције изведите закључак који је реактант редукционо, а који оксидационо средство.

**Образовни исходи 15.1. и 15.2:**

KEM SŠ A.1.2. Примењује хемијску терминологију и симболику за описивање састава супстанци.

KEM SŠ B.3.3. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

KEM SŠ C.3.1. Анализира промене у електрохемијским ћелијама.

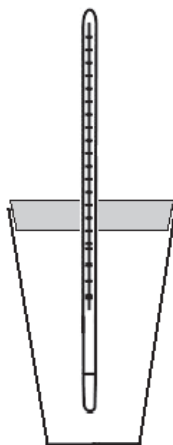
KEM SŠ D.3.2. Примењује математичка знања и вештине.

KEM SŠ D.3.3. Запажа законитости генерализацијом података приказаних цртежима, графиконима и табелама.

## Оглед 16. ЕНТАЛПИЈА РАСТВАРАЊА СУПСТАНЦИ

**Задатак:** одредити реакциону енталпију растварања одабране супстанце у води

**Прибор и хемикалије:** чаша од стиропора од 200 mL (једноставни калориметар), поклопац за чашу од стиропора или дебљег картона, вага, мензура од 100 mL, епрувета, аван с тучком, термометар, штоперица, узорак супстанце (нпр. калцијум-хлорид, амонијум-хлорид или лимунска киселина), дестилована вода



Слика 6. Цртеж једноставног калориметра

### Поступак:

1. сложити једноставан калориметар према **слици 6.**, од тањег стиропора или картона изрезати поклопац величине отвора чаше и пробušити руну за термометар
2. сав прибор и хемикалије оставити на собној температури даље од извора светлости или топлоте док им се температуре не изједначе
3. израчунати масу супстанце која одговара количини од 0,02 mol, узорак уситнити у авану и пребациити га у суву епрувету, а епрувету затворити чепом, извагати епрувету с узорком и чепом (тачност вагања 0,01 g), податке вагања забележити у **табелу 10.**

Табела 10. Одређивање масе воде и масе узорака потребних за оглед са калориметром

|                                           |  |
|-------------------------------------------|--|
| $m_1(\text{чаша})/\text{g}$               |  |
| $m_2(\text{чаша с водом})/\text{g}$       |  |
| $m_3(\text{епрувета с узорком})/\text{g}$ |  |
| $m_4(\text{епрувета})/\text{g}$           |  |
| $m(\text{H}_2\text{O})/\text{g}$          |  |
| $m(\text{узорак})/\text{g}$               |  |

4. извагати чашу од стиропора (тачност вагања 0,01 g), улити у чашу око 50 mL воде те чашу с водом поново извагати, разлика у одвагама је маса воде у калориметру
5. у **табелу 11.** сваких пола минута бележити вредности измерених температура воде, мерења проводити 3 до 6 минута

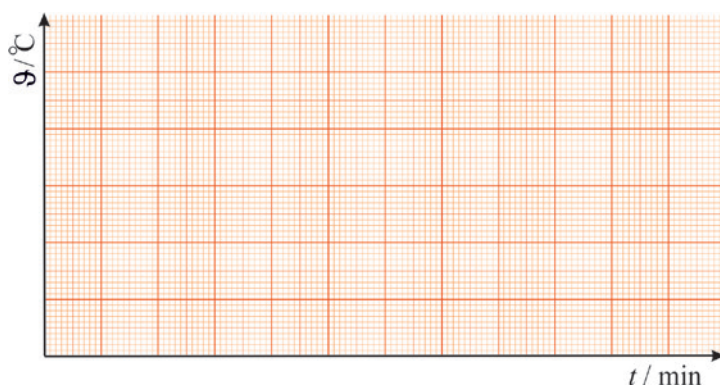
**Напомена:** За време мерења термометар не сме да се вади из раствора.

**Табела 11.** Температура у калориметру пре, за време и након растварања одабране супстанце у води

|                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| $t/min$               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\vartheta/^{\circ}C$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $t/min$               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\vartheta/^{\circ}C$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Напомена:** Уобичајена ознака за Целзијусову температуру и време је иста ( $t$ ). Да би се разликовале мерне величине, температура је означена малим грчким словом тета ( $\vartheta$ ).

6. након 3 до 6 минута подигнути поклопац и у воду додати сав садржај супстанце из епрувете, поклопац вратити на место и лагано мешати термометром да се сав узорак раствори те наставити бележити температуру раствора сваких пола минута још 3 до 6 минута
7. зачепљену епрувету поново извагати (тачност 0,01 g), разлика у одвагама епрувета је маса узорка додатог у калориметар
8. мерења приказати графички на милиметарском папиру као зависност температуре у калориметру од времена пре, за време и након хемијске реакције (термограм)



**Слика 7.** Термограм растварања одабране супстанце у води

9. на основу графичког приказа одредити промену температуре у калориметру услед растварања одабране супстанце

10. израчунати топлотни капацитет калориметра уз претпоставку да топлотном капацитету калориметра доприноси једино вода те да је топлотни капацитет раствора једнак топлотном капацитету воде, специфични топлотни капацитет воде износи  $4,19 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$
11. израчунати топлоту која би се разменила с околином за време растварања одабране супстанце у води
12. из приноса (досега) реакције и размењене топлоте израчунати реакциону енталпију растварања одабране супстанце

#### Упутства за извођење огледа:

1. Прикажите растварање одабране супстанце термохемијском једначином.
2. На основу графичког приказа одредите промену температуре услед реакције растварања ( $\Delta t$ ) и изведите закључак да ли је растварање одабране чврсте супстанце егзотермна или ендотермна промена.
3. Објасните енергетске промене при растварању чврсте супстанце у води.
4. Упоредите измерену вредност реакционе енталпије растварања коришћене соли с податком пронађеним у литератури.
5. Израчунајте релативну грешку користећи се изразом:  $P = \frac{|\Delta_r H_i - \Delta_r H_l|}{\Delta_r H_l} \cdot 100\%$   
где је  $x_i$  експериментално одређена вредност енталпије, а  $\Delta_r H_l$  литературна вредност реакционе енталпије.
6. Размислите како повећање температуре утиче на растворљивост посматране супстанце у води.
7. На основу вредности реакционе енталпије растварања супстанце добијене огледом 16. израчунајте реакциону енталпију кристализације те супстанце ( $-\Delta_{\text{sol}} H$ ) при собној температури.

#### Образовни исходи:

КЕМ SŠ С.2.1. Повезује промене с претварањем енергије унутар система.

КЕМ SŠ С.2.2. Анализира пренос енергије између система и околине и повезује их с променама током хемијске реакције.

## Оглед 17. ЗАВИСНОСТ БРЗИНЕ РЕАКЦИЈЕ ОД ТЕМПЕРАТУРЕ И КОНЦЕНТРАЦИЈЕ РЕАКТАНАТА

### Оглед 17.1. ЗАВИСНОСТ БРЗИНЕ НАСТАЈАЊА СУМПОРА ОД ТЕМПЕРАТУРЕ

**Задатак:** графички приказати зависност брзине настајања сумпора у реакцији натријум-тиосулфата и сумпорне киселине од температуре

**Прибор и хемикалије:** десет епрувета, сталак за епрувете, чист бели папир, црни или плави фломастер, чаша од 250 mL за водено купатило, гумена или пластична плочица (може да послужи шири пластични чеп), пламеник, треножац, мрежица, три градуисане пипете од 5 mL (може се употребљавати и инјекцијски-шприц од 5 mL), два термометра, штоперица, водени раствор натријум-тиосулфата,  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$ , водени раствор сумпорне киселине,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$ , дестилована вода

#### Поступак:

1. све хемикалије оставити на собној температури даље од извора светлости или топлоте, када се температура стабилизује, измерити њену вредност и забележити у **табелу 12.** (прво мерење)
2. у првих пет епрувета улили по 1 mL раствора натријум-тиосулфата и додати по 4 mL дестиловане воде, а у других пет епрувета по 1 mL сумпорне киселине (**табела 12.**), припазити на то да се пипете којима се додају различити раствори не помешају
3. на парчету чистог папира фломастером нацртати јасно видљив знак **X** (**слика 8.2.**)
4. држећи у руци, епрувету **1** с раствором натријум-тиосулфата прислонити на припремљен папир изнад нацртаног знака **X**
5. раствор сумпорне киселине из епрувете **6** улили у раствор натријум-тиосулфата и садржај лагано промешати кружним покретима, у тренутку додавања киселине укључити штоперицу и посматрати кроз раствор знак нацртан на папиру, када знак више не буде видљив због развијеног сумпора, зауставити штоперицу и у **табелу 12.** забележити измерено време
6. други пар епрувета (**2–7**) с раствором натријум-тиосулфата и с раствором сумпорне киселине ставити у водено купатило те загревати изнад палменика преко мрежице (**слика 8.1.**), на дно чаше може да се стави гумена или пластична плочица да епрувета и термометар не буду у додиру с дном чаше која се загрева

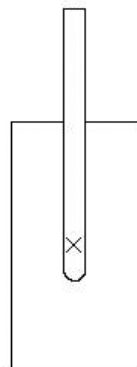
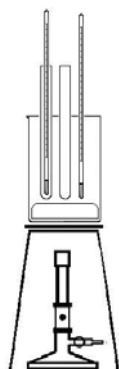
7. један термометар уронити у раствор натријум-тиосулфата, а други у водено купатило, загревати их полагано како би температуре воде и раствора биле уједначене, када раствор натријум-тиосулфата постигне жељену температуру за реакцију, забележити температуру, а садржаје епрувета промешати изнад белог папира са знаком **X** и посматрати промене, забележити у **табелу 12**. време потребно да знак **X** више не буде видљив од развијеног сумпора
8. поновити оглед с преосталим паровима раствора натријум-тиосулфата и сумпорне киселине (3–8, 4–9 и 5–10), али на различитим температурама, температуре раствора могу да буду, нпр. собна температура, 30°C, 40°C, 50°C и 60°C
9. резултате мерења графички приказати на милиметарском папиру као зависност времена потребног за замућење раствора од температуре

#### Запажања:

**Табела 12.** Припрема раствора и резултати одређивања времена до замућења услед реакције натријум-тиосулфата и сумпорне киселине на различитим температурама

|             | ПРИПРЕМА РАСТВОРА                              |                                   |                                      |                                 | МЕРЕЊЕ                     |              |
|-------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------|
|             | ЕПРУВЕТЕ 1–5                                   |                                   | ЕПРУВЕТЕ 6–10                        |                                 |                            |              |
| БРОЈ МЕРЕЊА | $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)/\text{mL}$ | $V(\text{H}_2\text{O})/\text{mL}$ | $V(\text{H}_2\text{SO}_4)/\text{mL}$ | $V_{\text{(укупно)}}/\text{mL}$ | $\vartheta/^\circ\text{C}$ | $t/\text{s}$ |
| 1.          | 1                                              | 4                                 | 1                                    | 6                               |                            |              |
| 2.          | 1                                              | 4                                 | 1                                    | 6                               |                            |              |
| 3.          | 1                                              | 4                                 | 1                                    | 6                               |                            |              |
| 4.          | 1                                              | 4                                 | 1                                    | 6                               |                            |              |
| 5.          | 1                                              | 4                                 | 1                                    | 6                               |                            |              |

**Напомена:** Уобичајена ознака за Целзијусову температуру и време је иста ( $t$ ). Да би се разликовале мерне величине, температура је означена малим грчким словом тета ( $\vartheta$ ).



**Слика 8.1.** Уређај за загревање раствора    **Слика 8.2.** Бели папир са знаком **X** и прислоњена епрувета

## Оглед 17.2. ЗАВИСНОСТ БРЗИНЕ НАСТАЈАЊА СУМПОРА ОД КОНЦЕНТРАЦИЈЕ НАТРИЈУМ-ТИОСУЛФАТА

**Задатак:** графички приказати зависност брзине настајања сумпора у реакцији натријум-тиосулфата и сумпорне киселине од концентрације натријум-тиосулфата

**Прибор и хемикалије:** десет епрувета, сталак за епрувете, чист бели папир, црни или плави фломастер, штоперица, три градуисане пипете од 5 mL (може се употребити инјекцијски-шприц од 5 mL), раствор натријум-тиосулфата,  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$ , раствор сумпорне киселине,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$ , дестилована вода

**Поступак:**

1. припремити пет епрувета с различитим запреминама раствора натријум-тиосулфата и воде те пет епрувета с раствором сумпорне киселине према **табели 13**, припазити на то да се пипете којима се додају различити раствори не помешају
2. редом помешати растворе натријум-тиосулфата и сумпорне киселине према **табели 13**. мерећи и бележећи време потребно да знак **X** на папиру више не буде видљив
3. резултате мерења графички приказати на милиметарском папиру као зависност времена замућења раствора од концентрације натријум-тиосулфата

**Запажања:**

**Табела 13.** Припрема раствора и резултати одређивања времена до замућења услед реакције натријум-тиосулфата и сумпорне киселине при различитим концентрацијама натријум-тиосулфата

|             | ПРИПРЕМА РАСТВОРА                              |                                   |                                      |                                 | МЕРЕЊЕ                                                  |              |
|-------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------|
|             | ЕПРУВЕТЕ 1–5                                   |                                   | ЕПРУВЕТЕ 6–10                        |                                 |                                                         |              |
| БРОЈ МЕРЕЊА | $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)/\text{mL}$ | $V(\text{H}_2\text{O})/\text{mL}$ | $V(\text{H}_2\text{SO}_4)/\text{mL}$ | $V_{\text{(укупно)}}/\text{mL}$ | $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)/\text{mol dm}^{-3}$ | $t/\text{s}$ |
| 1.          | 1                                              | 4                                 | 1                                    | 6                               |                                                         |              |
| 2.          | 2                                              | 3                                 | 1                                    | 6                               |                                                         |              |
| 3.          | 3                                              | 2                                 | 1                                    | 6                               |                                                         |              |
| 4.          | 4                                              | 1                                 | 1                                    | 6                               |                                                         |              |
| 5.          | 5                                              | 0                                 | 1                                    | 6                               |                                                         |              |

### Упутства за извођење огледа 15. и 16.:

1. Према табеларним и графичким подацима упоредите промену времена потребног за излучивање колоидног сумпора с порастом температуре раствора.
2. Изведите закључак како температура утиче на брзину реакције натријум-тиосулфата и сумпорне киселине.
3. Из резултата мерења изведите закључак како на брзину реакције натријум-тиосулфата и сумпоре киселине утиче концентрација реактаната.
4. Напишите израз за средњу вредност брзине хемијске реакције уз помоћ:  
А) промене концентарције натријум-тиосулфата,  
Б) промене концентарције сумпора.
5. Напишите изразе за средњу вредност брзине трошења натријум-тиосулфата и за средњу вредност брзине настајања сумпора.
6. Објасните зашто долази до замућења раствора излучивањем колоидног сумпора. О којем се својству колоидног раствора ради?
7. Испитајте својства колоидног сумпора помоћу ласера. У чашу од 100 mL улијте око 50 mL воде те капаљком додајте пар капи суспензије из предходно изведеног огледа толико да добијете благо замућење. Промешајте штапићем. Усмерити сноп светлости ласера кроз чашу с излученим колоидним сумпором. Објасните запажања и изведите закључак о својствима колоидних раствора.
8. Објасните зашто је при извођењу огледа битно да је укупна запремина једнака при сваком мерењу.

### Образовни исходи 17.1. и 17.2:

КЕМ SŠ A.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.

КЕМ SŠ B.2.1. Анализира брзине различитих промена.

КЕМ SŠ AB.4.25. Истражује својства, састав, врсту и добијање колоидних система.

КЕМ SŠ BC.4.26. Повезује утицај различитих фактора са стабилношћу колоидних система.

КЕМ SŠ D.1.1. Повезује резултате огледа с концептуалним сазнањима.

КЕМ SŠ D.1.2. Примењује математичка знања и вештине.

КЕМ SŠ D.2.2. Примењује математичка знања и вештине.

КЕМ SŠ AB.4.25. Истражује својства, састав, врсту и добијање колоидних система.

КЕМ SŠ BC.4.26. Повезује утицај различитих фактора са стабилношћу колоидних система.



### 3. СТРУКТУРА ИСПИТА

Заступљеност подручја испитивања и когнитивних нивоа у испиту државне матуре из Хемије приказани су у табелама 14. и 15.

**Табела 14.** Заступљеност подручја испитивања у испиту државне матуре из Хемије

| ПОДРУЧЈА ИСПИТИВАЊА  | ЗАСТУПЉЕНОСТ У ИСПИТУ |
|----------------------|-----------------------|
| 1. Супстанце         | 45%                   |
| 2. Промене и процеси | 40%                   |
| 3. Енергија          | 15%                   |
| <b>УКУПНО</b>        | <b>100%</b>           |

**Табела 15.** Заступљеност когнитивних нивоа у испиту државне матуре из Хемије

| КОГНИТИВНИ НИВОИ                                | ЗАСТУПЉЕНОСТ У ИСПИТУ |
|-------------------------------------------------|-----------------------|
| Први когнитивни ниво (препознавање, набрајање)  | 25%                   |
| Други когнитивни ниво (разумевање)              | 50%                   |
| Трећи когнитивни ниво (примена усвојеног знања) | 25%                   |
| <b>УКУПНО</b>                                   | <b>100%</b>           |

Испит државне матуре из Хемије састоји се од две испитне целине. Прва целина се састоји од задатака вишестуког избора. Структура прве испитне целине приказана је у табели 16.

**Табела 16.** Структура прве испитне целине у испиту државне матуре из Хемије

| ВРСТА ЗАДАКА             | БРОЈ ЗАДАКА | БРОЈ БОДОВА |
|--------------------------|-------------|-------------|
| Задаци вишестуког избора | 35          | 35          |
| <b>УКУПНО</b>            | <b>35</b>   | <b>35</b>   |

Друга испитна целина се састоји од задатака отвореног типа. Задаци отвореног типа могу да буду задаци допуњавања, задаци кратког одговора те задаци продуженог одговора. Структура друге испитне целине приказана је у табели 17.

**Табела 17.** Структура друге испитне целине у испиту државне матуре из Хемије

| ВРСТА ЗАДАКА          | БРОЈ ЗАДАКА | БРОЈ БОДОВА ПО ЗАДАТКУ | УКУПАН БРОЈ БОДОВА |
|-----------------------|-------------|------------------------|--------------------|
| Задаци отвореног типа | 5           | 2                      | 10                 |
|                       | 3           | 3                      | 9                  |
|                       | 4           | 4                      | 16                 |
| <b>УКУПНО</b>         | <b>12</b>   | <b>9</b>               | <b>35</b>          |

У испиту државне матуре из Хемије могуће је оставрити укупно 70 бодова.

## 4. ТЕХНИЧКИ ОПИС ИСПИТА

Технички опис испита подразумева трајање испита, изглед и начин решавања те прибор за решавање испита.

### 4.1. ТРАЈАЊЕ ИСПИТА

Испит државне матуре из Хемије траје укупно **180 минута** без паузе.

### 4.2. ИЗГЛЕД ИСПИТА И НАЧИН РЕШАВАЊА

Кандидати добијају сигурносну кесицу у којој су прва и друга испитна књижица, књижица с Периодним системом елемената, табелом стандардних електродних потенцијала за одабране редокс-системе у воденим растворима на 25°C и пописом потребних природних константи, лист за одговоре и листове за концепт (одвојени од испитних књижица). Садржај листова за концепт **неће** се бодовати.

Уз сваку врсту задатака приложено је упутство за решавање. Важно је пажљиво прочитати упутство јер је у њему приказан и начин означавања тачних одговора. Кандидати требају пажљиво да прочитају упутства и да их прате за време решавања испита.

Задатке затвореног типа (вишеструког избора) кандидати решавају означавањем слова тачног одговора између понуђених. Слова тачних одговора означавају се знаком **X** на листу за одговоре. Ако кандидат за поједини задатак означи више од једног одговора, тај ће се задатак бодовати са 0 (нула) бодова без обзира на то да ли је међу означеним одговорима и онај који је тачан.

Задатке отвореног типа кандидати решавају уписивањем тачног одговора (и поступка, тј. цртежа или дијаграма ако се у задатку то тражи) на предвиђено назначено у упутству за решавање.

Ако кандидат погрешно, треба да прецрта нетачан одговор, стави га у заграду, напише тачан одговор и стави параф (искључиво скраћени потпис, а не пуно име и презиме) поред тачног одговора.

### 4.3. ПРИБОР

За време писања испита допуштено је користити искључиво хемијску оловку којом се пише плавом или црном бојом. Од геометријског прибора допуштена је употреба једног лењира (или једног троугла), а није допуштена употреба угломера и шестара. Потребан је цепни рачунар, тзв. технички калкулатор који може да се употребљава за време целог испита.

Такође, допуштена је употреба Периодног система елемената. Књижица с Периодним системом елемената потребним за решавање испита саставни је део испитног материјала. Кандидатима није допуштено донети нити употребљавати друге приказе табеле Периодног система елемената.

У испиту се од кандидата може захтевати и да конструишу дијаграм, а притом им је допуштена употреба и прибора за цртање.

За време трајања испита допуштено је употребљавати научни калкулатор типа *Scientific*. Калкулатор не сме да има:

- експоненцијалну функцију (тастер  $10^x$ )
- логаритамску функцију (тастер  $\log x$ )
- тригонометријске функције (тастери  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\tan$ ).

Калкулатор **не сме** да има могућност:

- бежичног повезивања с другим уређајем,
- употребу меморијске картице,
- симболичког рачунања (нпр. у називу CAS),
- графичког решавања (нпр. у називу *Graphic* или да има тастер GRAPH),
- извођења функција деривације и интеграције.

Дежурни наставник ће тип (назив и ознаку) калкулатора које је кандидат употребљавао за време трајања испита уписати на лист који служи за пописивање свих џепних рачунара које кандидати употребљавају.

## 5. ОПИС БОДОВАЊА

Кандидат може у испиту остварити укупно **70** бодова.

### 5.1. ВРЕДНОВАЊЕ ПРВЕ ИСПИТНЕ ЦЕЛИНЕ

Прва испитна целина састоји се од **35** задатака вишеструког избора.

Сваки тачно означен одговор у задацима вишеструког избора доноси један бод.

Успешним решавањем прве испитне целине кандидат може да оствари максимално **35** бодова (**табела 16**).

### 5.2. ВРЕДНОВАЊЕ ДРУГЕ ИСПИТНЕ ЦЕЛИНЕ

Друга испитна целина састоји се од **12** задатака отвореног типа (5 задатака који доносе 2 бода, 3 задатка који доносе 3 бода и 4 задатка који доносе 4 бода, **табела 17**).

За сваки задатак отвореног типа разрађена је скала за вредновање тако да поједини делови одговора доносе по један бод. У одређеном броју задатака (до три задатка у испиту) поједини делови одговора доносе више од једног бода. Вредновање таквих задатака такође је разрађено скалом која ће бити објављена у кључу за одговоре.

Успешним решавањем задатака отвореног типа кандидат може да оставри максимално **35** бодова.

## 6. ПРИМЕРИ ЗАДАТАКА

У овом су поглављу наведени примери задатака. Уз сваки пример задатка наведени су упутство за решавање задатка, тачан одговор, подручје испитивања, образовни исход који се тим задатком испитује те начин бодовања.

### 6.1. ПРИМЕР ЗАДАТКА ВИШЕСТРУКОГ ИЗБОРА

Задатак вишеструког избора састоји се од упутства (у којем је описан начин решавања задатка и које је заједничко за све задатке тог типа у низу), основ (у којем је постављен задатак) те четири понуђена одговора од којих је један тачан.

Упутство за решавање задатака вишеструког избора гласи:

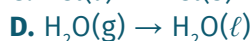
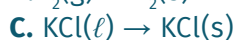
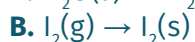
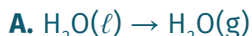
У следећим задацима од више понуђених одговора само је **један** тачан.

Тачне одговоре морате да означите знаком X на листу за одговоре.

Тачан одговор доноси један бод.

#### Задатак:

Који од наведених записа приказује ендотермну промену?



**ТАЧАН ОДГОВОР:** А

**ПОДРУЧЈЕ ИСПИТИВАЊА:** 3. ЕНЕРГИЈА

**ОБРАЗОВНИ ИСХОД:** КЕМ SŠ С.2.1. Повезује промене с претварањем енергије унутар система.

**БОДОВАЊЕ:** 1 бод за тачан одговор

## 6.2. ПРИМЕРИ ЗАДАТАКА ОТВОРЕНОГ ТИПА

Задаци отвореног типа у другом делу испита могу да буду задаци допуњавања, задаци кратког одговора и задаци продуженог одговора. Задаци отвореног типа састоје се од упутства (у којем је описан начин решавања задатака и које је заједничко за све задатке тог типа у низу) и основ (најчешће питања) у којем је задато шта кандидат треба да одговори.

У испиту Хемије у задацима продуженог одговора најчешће се појављују стехиометријски проблеми. У тим је задацима потребно нешто израчунати, нацртати или написати. За сваки такав задатак потреба је направити прикладну скалу бодовања. Како је број варијација таквих задатака велик, није могуће у испитном каталогу за све њих понудити одговарајуће скале бодовања. Наведени примери описују основне принципе бодовања таквих задатака.

**У рачунским задацима примењују се правила тзв. консеквенцијалног бодовања према којем кандидат неће бити два пута кажњен за исту грешку.**

Упутство за решавање задатака отвореног типа гласи:

У следећим задацима одговорите кратким одговором или допуните реченицу/табелу/графикон/шему уписивањем садржаја који недостаје. У задацима с рачунањем потребно је приказати и поступак с исправним мерним јединицама. Одговоре упишите **само** на предвиђено место у испитној књижици.

Тачан одговор доноси један или два бода.

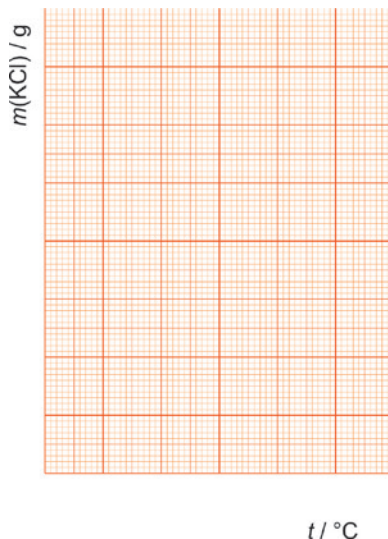
## 6.2.1. Пример задатака допуњавања

**Задатак:**

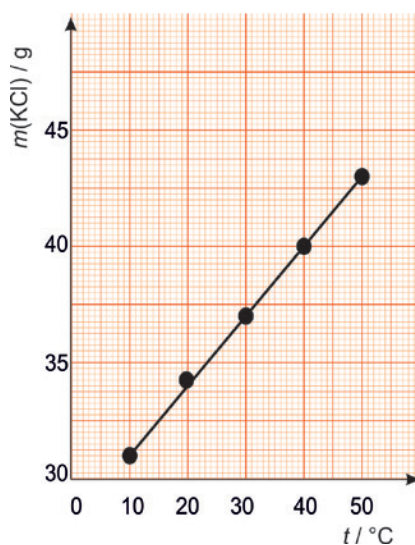
У табели су наведене највеће масе калијум-хлорида које могу да се растворе на одређеној температури у 100 g воде.

| $t/^{\circ}\text{C}$ | $m(\text{KCl у } 100 \text{ g воде})/\text{g}$ |
|----------------------|------------------------------------------------|
| 10                   | 30,9                                           |
| 20                   | 34,0                                           |
| 30                   | 37,1                                           |
| 40                   | 40,0                                           |
| 50                   | 42,9                                           |

Употребљавајући податке из табеле, графички прикажите зависност масе калијум-хлорида која може да се раствори у 100 g воде од температуре.



**ТАЧАН ОДГОВОР:** Од кандидата се очекује да на основу задатих података уради потребан графички приказ.



**ПОДРУЧЈЕ ИСПИТИВАЊА:** 1. СУПСТАНЦЕ

**ОБРАЗОВНИ ИСХОД:** KEM SŠ D.2.3. Запажа законитости генерализацијом података приказаних текстом, цртежом, моделима, табелама и графиконима.

**БОДОВАЊЕ:** 1 бод за тачан графички приказ (за прикладно одабране скале на осима и уписане податке)



## 6.2.2. Пример задатка кратког одговора

**Задатак:**

1. Прикажи распоред електрона по енергетским нивоима одговарајућег атома у основном стању ако је број електрона његовог јона, чије је наелектрисање +2, једнак броју електрона атома аргона.

\_\_\_\_\_

2. Упореди радијусе атома и његовог катјона.

\_\_\_\_\_

3. Напиши хемијску ознаку јединке чије наелектрисање износи -3, а распоред електрона по енергетским нивоима 2,8.

\_\_\_\_\_

**ТАЧНИ ОДГОВОРИ:**

1. 2, 8, 8, 2
2. Радијус неутралног атома већи је од радијуса његовог катјона.
3.  $N^{3-}$

**ПОДРУЧЈЕ ИСПИТИВАЊА: 1. СУПСТАНЦЕ****ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ:**

1. КЕМ SŠ A.1.3. Повезује грађу супстанци с њиховим својствима.
2. КЕМ SŠ A.1.1. Анализира својства, састав и врсту супстанци.
3. КЕМ SŠ A.1.3. Повезује грађу супстанци с њиховим својствима.

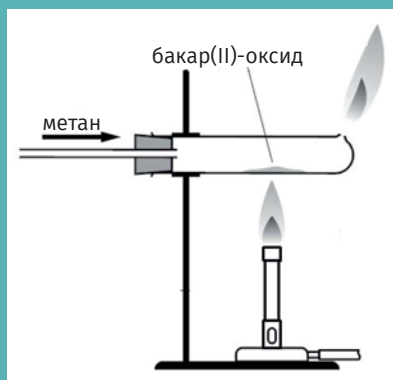
**БОДОВАЊЕ:**

1. 1 бод за тачно написану електронску конфигурацију атома
2. 1 бод за следећи одговор: Неутрални атом већи је од радијуса његовог катјона.
3. 1 бод за  $N^{3-}$

### 6.2.3. Пример задатка продуженог одговора

#### Задатак:

Метан пролази кроз уређај преко загрејаног бакар(II)-оксида при чему настају угљеник(IV)-оксид, вода и елементарни бакар. Вишак метана сагорева на крају уређаја. Описан оглед приказан је на слици.



1. Напишите једначину хемијске реакције бакар(II)-оксида и метана која се одвија у уређају.
2. Којим би реагенсом могло да се докаже настајање угљеник(IV)-оксида?
3. Напишите једначину хемијске реакције која приказује сагоревање метана уз довољно кисеоника.

#### ТАЧНИ ОДГОВОРИ:

1.  $\text{CH}_4 + 4 \text{CuO} \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{Cu}$
2. Кречном водом,  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$
3.  $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

#### ПОДРУЧЈЕ ИСПИТИВАЊА: 2. ПРОМЕНЕ И ПРОЦЕСИ

#### ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ:

1. KEM SŠ D.1.1. Повезује резултате огледа с концептуалним сазнањима.
2. KEM SŠ B.2.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.
3. KEM SŠ B.2.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

#### БОДОВАЊЕ:

1. 1 бод за тачно написану једначину хемијске реакције
2. 1 бод за кречну воду ( $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ )
3. 1 бод за тачно написану једначину хемијске реакције

## 6.2.4. Пример задатка продуженог одговора (бодовање поступка)

**Задатак:**

Израчунајте запремину воденог раствора хлороводоничне киселине количинске концентрације  $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$  потребне за припрему  $100 \text{ cm}^3$  хлороводоничне киселине количинске концентрације  $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ .

**ПОСТУПАК:**

$$n_1(\text{HCl}) = n_2(\text{HCl})$$

$$c_1(\text{HCl}) \cdot V_1(\text{HCl}) = c_2(\text{HCl}) \cdot V_2(\text{HCl})$$

$$V_1(\text{HCl}) = \frac{c_2(\text{HCl}) \cdot V_2(\text{HCl})}{c_1(\text{HCl})} = \frac{2 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 100 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3}{1 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 20 \text{ cm}^3$$

**ТАЧАН ОДГОВОР:**  $20 \text{ cm}^3$

**ПОДРУЧЈЕ ИСПИТИВАЊА:** 1. СУПСТАНЦЕ

**ОБРАЗОВНИ ИСХОД:** КЕМ SŠ D.2.2. Примењује математичка знања и вештине.

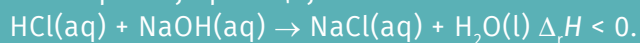
**БОДОВАЊЕ:**

1. 1 бод за тачно написан израз
2. 1 бод за тачно израчунату запремину хлороводоничне киселине потребну за припрему задатог раствора

### 6.2.5. Пример задатка продуженог одговора (скицирање дијаграма енталпије)

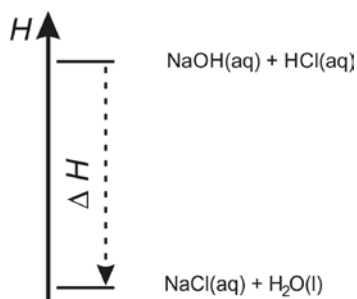
#### Задатак:

Реакција хлороводоничне киселине и воденог раствора натријум-хидроксида егзотермна је реакција:



Прикажите дијаграм енталпије те реакције.

#### ТАЧАН ОДГОВОР:



#### ПОДРУЧЈЕ ИСПИТИВАЊА: 3. ЕНЕРГИЈА

**ОБРАЗОВНИ ИСХОД:** КЕМ SŠ С.2.2. Анализира пренос енергије између система и околине и повезује их с променама током хемијске реакције.

#### БОДОВАЊЕ:

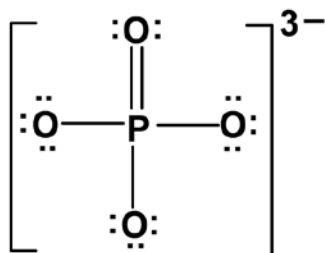
1 бод за тачно нацртан дијаграм енталпије: тачно означена ос ( $H$ ), тачно означени реактанти ( $\text{HCl(aq)}$  и  $\text{NaOH(aq)}$ ) на горњој линији, тачно означени производи ( $\text{NaCl(aq)}$  и  $\text{H}_2\text{O(l)}$ ) на доњој линији, тачан смер стрелице која означава промену, тачна ознака на стрелици ( $\Delta_r H$  или  $\Delta H$ )

### 6.2.6. Пример задатка продуженог одговора (приказивање Луисових структурних формула)

#### Задатак:

Луисовим симболима прикажите структуру фосфатног јона.

#### ТАЧАН ОДГОВОР:



#### ПОДРУЧЈЕ ИСПИТИВАЊА: 1. СУПСТАНЦЕ

**ОБРАЗОВНИ ИСХОД:** KEM SŠ D.1.3. Запажа законитости генерализацијом података приказаних текстом, цртежом, моделима, табелама и графиконима.

#### БОДОВАЊЕ:

1 бод за тачне ознаке слова, добро приказане све везне цртице, приказане све неспарене електроне и написану угласту заграду с назначеним наелектрисањем јона

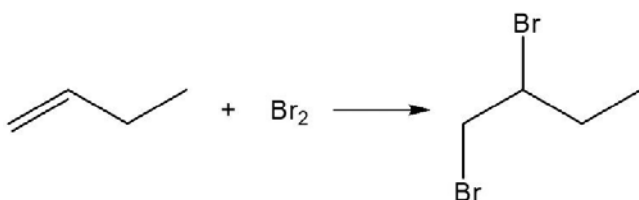
### 6.2.7. Пример задатка продуженог одговора (структурне формуле органских једињења)

#### Задатак:

Ако се у раствор брома у органском раставарачу уведе бут-1-ен, он постаје безбојан.

Једначином хемијске реакције прикажите описану хемијску промену.

#### ТАЧАН ОДГОВОР:



#### ПОДРУЧЈЕ ИСПИТИВАЊА: 2. ПРОМЕНЕ И ПРОЦЕСИ

**ОБРАЗОВНИ ИСХОД:** КЕМ SŠ В.2.2. Анализира хемијске промене на примерима реакција неорганских и органских супстанци.

#### БОДОВАЊЕ:

1 бод за исправно приказану једначину хемијске реакције; признају се и другачије приказане структурне формуле органских молекула; структурна формула мора да буде приказана када постоји више структурних изомера исте молекулске формуле

## 7. ПРИПРЕМА ЗА ИСПИТ

Током припремања за испит државне матуре из Хемије кандидати могу да се користе свим уџбеницима из Хемије, помоћним наставним средствима и додатним образовним садржајима које је одобрило Министарство науке и образовања Републике Хрватске.

Могу се користити и проведеним националним испитима и испитима државне матуре који су објављени на мрежној страници Националног центра за вањско вредновање образовања ([www.ncvvo.hr](http://www.ncvvo.hr)).

Најбољи показатељи припремљености за испит државне матуре из Хемије јесу успешност у запажању хемијских промена, тумачење запажених промена за време извођења хемијских огледа и доношење закључака.

Начин полагања испита државне матуре као и мере које се изричу у случају недозвољеног понашања ученика су прописани Правилником о полагању државне матуре (Народне новине, 1/13, 41/19, 127/19, 55/20, 53/21 и 126/21).





## Периодни систем елемената IUPAC

| 1                        | 2                        | 3                       | 4                         | 5                         | 6                         | 7                         | 8                         | 9                         | 10                        | 11                        | 12                        | 13                        | 14                        | 15                        | 16                       | 17                       | 18                       |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1<br><b>H</b><br>1,01    |                          | 2<br><b>He</b><br>4,00  |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                          |                          |                          |
| 3<br><b>Li</b><br>6,94   | 4<br><b>Be</b><br>9,01   |                         |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                          |                          |                          |
| 11<br><b>Na</b><br>23,0  | 12<br><b>Mg</b><br>24,3  |                         |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                          |                          |                          |
| 19<br><b>K</b><br>39,1   | 20<br><b>Ca</b><br>40,1  | 21<br><b>Sc</b><br>45,0 | 22<br><b>Ti</b><br>47,9   | 23<br><b>V</b><br>50,9    | 24<br><b>Cr</b><br>52,0   | 25<br><b>Mn</b><br>54,9   | 26<br><b>Fe</b><br>55,8   | 27<br><b>Co</b><br>58,9   | 28<br><b>Ni</b><br>58,7   | 29<br><b>Cu</b><br>63,5   | 30<br><b>Zn</b><br>65,4   | 31<br><b>Ga</b><br>69,7   | 32<br><b>Ge</b><br>72,6   | 33<br><b>As</b><br>74,9   | 34<br><b>Se</b><br>79,0  | 35<br><b>Br</b><br>79,9  | 36<br><b>Kr</b><br>83,8  |
| 37<br><b>Rb</b><br>85,5  | 38<br><b>Sr</b><br>87,6  | 39<br><b>Y</b><br>88,9  | 40<br><b>Zr</b><br>91,2   | 41<br><b>Nb</b><br>92,9   | 42<br><b>Mo</b><br>95,9   | 43<br><b>Tc</b><br>[98]   | 44<br><b>Ru</b><br>101    | 45<br><b>Rh</b><br>103    | 46<br><b>Pd</b><br>106    | 47<br><b>Ag</b><br>108    | 48<br><b>Cd</b><br>112    | 49<br><b>In</b><br>115    | 50<br><b>Sn</b><br>119    | 51<br><b>Sb</b><br>122    | 52<br><b>Te</b><br>128   | 53<br><b>I</b><br>127    | 54<br><b>Xe</b><br>131   |
| 55<br><b>Cs</b><br>133   | 56<br><b>Ba</b><br>137   | 57-71<br>lantanoïdi     | 72<br><b>Hf</b><br>178    | 73<br><b>Ta</b><br>181    | 74<br><b>W</b><br>184     | 75<br><b>Re</b><br>186    | 76<br><b>Os</b><br>190    | 77<br><b>Ir</b><br>192    | 78<br><b>Pt</b><br>195    | 79<br><b>Au</b><br>197    | 80<br><b>Hg</b><br>201    | 81<br><b>Tl</b><br>204    | 82<br><b>Pb</b><br>207    | 83<br><b>Bi</b><br>209    | 84<br><b>Po</b><br>[209] | 85<br><b>At</b><br>[210] | 86<br><b>Rn</b><br>[222] |
| 87<br><b>Fr</b><br>[223] | 88<br><b>Ra</b><br>[226] | 89-103<br>aktinoïdi     | 104<br><b>Rf</b><br>[261] | 105<br><b>Db</b><br>[262] | 106<br><b>Sg</b><br>[266] | 107<br><b>Bh</b><br>[264] | 108<br><b>Hs</b><br>[277] | 109<br><b>Mt</b><br>[268] | 110<br><b>Ds</b><br>[269] | 111<br><b>Rg</b><br>[272] | 112<br><b>Cn</b><br>[285] |                           |                           |                           |                          |                          |                          |
|                          |                          |                         |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                          |                          |                          |
| 57<br><b>La</b><br>139   | 58<br><b>Ce</b><br>140   | 59<br><b>Pr</b><br>141  | 60<br><b>Nd</b><br>144    | 61<br><b>Pm</b><br>[145]  | 62<br><b>Sm</b><br>150    | 63<br><b>Eu</b><br>152    | 64<br><b>Gd</b><br>157    | 65<br><b>Tb</b><br>159    | 66<br><b>Dy</b><br>163    | 67<br><b>Ho</b><br>165    | 68<br><b>Er</b><br>167    | 69<br><b>Tm</b><br>169    | 70<br><b>Yb</b><br>173    | 71<br><b>Lu</b><br>175    |                          |                          |                          |
| 89<br><b>Ac</b><br>[227] | 90<br><b>Th</b><br>232   | 91<br><b>Pa</b><br>231  | 92<br><b>U</b><br>238     | 93<br><b>Np</b><br>[237]  | 94<br><b>Pu</b><br>[244]  | 95<br><b>Am</b><br>[243]  | 96<br><b>Cm</b><br>[247]  | 97<br><b>Bk</b><br>[247]  | 98<br><b>Cf</b><br>[251]  | 99<br><b>Es</b><br>[252]  | 100<br><b>Fm</b><br>[257] | 101<br><b>Md</b><br>[258] | 102<br><b>No</b><br>[259] | 103<br><b>Lr</b><br>[262] |                          |                          |                          |

## Стандардни електродни потенцијали одабраних редокс-система у воденим растворима на 25°C

| РЕАКЦИЈА                                                                            | $E^{\circ} / \text{V}$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| $\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-(\text{aq})$             | 2,87                   |
| $\text{Au}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Au}$                                    | 1,69                   |
| $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$           | 1,36                   |
| $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  | 1,23                   |
| $\text{Br}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$          | 1,09                   |
| $\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}$                                | 0,85                   |
| $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$                                    | 0,80                   |
| $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$                            | 0,77                   |
| $\text{I}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq})$             | 0,53                   |
| $\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$                                    | 0,52                   |
| $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ | 0,40                   |
| $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$                                | 0,34                   |
| $\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+$                               | 0,15                   |
| $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$                        | 0                      |
| $\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$                                | -0,04                  |
| $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$                                | -0,13                  |
| $\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$                                | -0,14                  |
| $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$                                | -0,26                  |
| $\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Co}$                                | -0,28                  |
| $\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$                                | -0,35                  |
| $\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{2+}$                            | -0,41                  |
| $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$                                | -0,45                  |
| $\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$                                | -0,74                  |
| $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$                                | -0,76                  |
| $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-$ | -0,83                  |
| $\text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$                                | -0,91                  |
| $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}$                                | -1,18                  |
| $\text{Ti}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ti}$                                | -1,63                  |
| $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$                                | -1,66                  |
| $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$                                | -2,37                  |

| РЕАКЦИЈА                                             | $E^{\circ} / \text{V}$ |
|------------------------------------------------------|------------------------|
| $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$     | -2,71                  |
| $\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$ | -2,87                  |
| $\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ba}$ | -2,89                  |
| $\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$       | -2,93                  |
| $\text{Cs}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cs}$     | -3,03                  |
| $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$     | -3,05                  |









