

Ispitni katalog za državnu maturu
u školskoj godini 2020./2021.

KEMIJA



Sadržaj

Uvod	5
1. Područja ispitivanja	7
2. Ishodi učenja	8
3. Primjeri pokusa	20
4. Struktura ispita	61
5. Tehnički opis ispita.....	63
5.1. Trajanje ispita	63
5.2. Izgled ispita i način rješavanja.....	63
5.3. Pribor.....	63
6. Opis bodovanja.....	64
6.1. Vrednovanje prve ispitne cjeline	64
6.2. Vrednovanje druge ispitne cjeline	64
7. Primjeri zadataka.....	64
7.1. Primjer zadatka višestrukoga izbora.....	64
7.2. Primjeri zadataka otvorenoga tipa	65
7.2.1. Primjer zadatka dopunjavanja	65
7.2.2. Primjer zadatka kratkoga odgovora	66
7.2.3. Primjer zadatka produženoga odgovora.....	67
7.2.4. Primjer zadatka produženoga odgovora (bodovanje postupka)	68
7.3. Primjer zadatka vezanoga uz zapažanja u pokusu.....	69
8. Priprema za ispit.....	71

Napomena: Ispitni materijali iz Kemije pisani su sukladno pravopisnoj normi hrvatskoga standardnog jezika (prema Hrvatskome pravopisu Instituta za hrvatski jezik i jezikoslovlje, "<http://www.ihjj.hr/>" www.ihjj.hr, 2013.)

Uvod

Kemija je prirodna znanost usmjerena na proučavanje tvari te prirodnih procesa i zakonitosti. Poučavanje kemije nemoguće je zamisliti bez dovoljnoga poznavanja čestične građe tvari i njihovih makroskopskih svojstava te opisivanja i tumačenja pojava/procesa na mikroskopskoj razini. Svakodnevno smo okruženi brojnim proizvodima kemijske i farmaceutske industrije, farmaceutske industrije, biotehnologije, prehrambene tehnologije, tehnologije materijala i drugih djelatnosti. Navedeno upućuje na važnost primjene znanja iz kemije u svakodnevnom životu.

U ovome katalogu, a s ciljem razvijanja ključnih kompetencija za cjeloživotno učenje, kemijski pojmovi svrstani su u područja (koncepte prve razine) i potpodručja (koncepte druge razine). Unutar svakoga potpodručja navedeni su ishodi učenja kojima se ispituju znanja i vještine učenika. Ključne su kompetencije važne za osobno potvrđivanje i razvoj, aktivan građanski život, društvenu integraciju i zapošljavanje. Referentni okvir sadržan u tekstu *Preporuka Europskoga parlamenta i savjeta* navodi osam ključnih kompetencija koje, između ostaloga, sadržavaju i matematičku kompetenciju te temeljne kompetencije u prirodnim znanostima: kritičko mišljenje, kreativnost, inicijativu, rješavanje problema, procjenu rizika i donošenje odluka. Kompetencije u prirodnim znanostima i tehnologiji obuhvaćaju i razumijevanje promjena izazvanih ljudskom djelatnošću i odgovornost svakoga pojedinca kao građanina.

Iz navedenih se razloga nameće potreba usavršavanja dosadašnjih strategija poučavanja u prirodoslovlju, ali i edukacija nastavnika o primjeni odgovarajućih strategija poučavanja te metoda rada u nastavi Kemije. Jedan od mogućih metodičkih modela jest i

upotreba konceptualnoga pristupa obradi nastavnih sadržaja s naznakom da navedeni pristup predstavlja potporu konstruktivističkoj teoriji učenja. Primjenom konceptualnih modela poučavanja učenici su stavljeni u kontekst aktivnoga opažanja i zaključivanja jer se izvođenje nastavnoga procesa planira prema općeprihvaćenim područjima (konceptima) i razrađenim razinama ishoda učenja. Uspješnost nastavnoga procesa rezultat je aktivnoga i na sadržaj usmjerenoga djelovanja učenika i nastavnika s pomoću metodički oblikovanih kemijskih sadržaja i primjene pedagoških, didaktičkih načela u nastavi.

Ispitni katalog usklađen je s odobrenim četverogodišnjim nastavnim planom i programom za Kemiju u gimnazijama¹.

Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja nije odgovoran za stručne pogreške u propisanim udžbenicima iz Kemije iz kojih pristupnici uče za ispit državne mature.

Sadržava potrebne informacije i detaljna objašnjenja o sadržaju i obliku ispita.

Ispitnim se katalogom jasno određuje što se od pristupnika očekuje u ispitu, a sadrži osam poglavlja:

1. Područja ispitivanja
2. Ishodi učenja
3. Primjeri pokusa
4. Struktura ispita
5. Tehnički opis ispita
6. Opis bodovanja
7. Primjeri zadataka
8. Priprema za ispit.

¹ Glasnik Ministarstva kulture i prosvjete, Posebno izdanje broj 2, Školske novine, Zagreb, 1. kolovoza 1995.

U prvome i drugome poglavlju navedeno je što se ispituje u ispit. U prvome su poglavlju navedena područja ispitivanja, a u drugome ključna znanja i vještine koje pristupnik treba usvojiti. Vrednovanje usvojenih znanja provodi se prema različitim razinama usvojenosti obrazovnih ishoda unutar jedne domene. U trećemu su poglavlju opisani primjeri pokusa koji sadržajno obuhvaćaju kemijske sadržaje svrstane u područja (koncepte) te su primjer nastavnicima

na koji način organizirati praktični rad učenika s ciljem boljšeg razumijevanja sadržaja obrade. U četvrtome, petome i šestome poglavlju opisani su način ispitivanja, struktura i oblik ispita, vrste zadataka te način rješavanja i vrednovanja pojedinih zadataka i ispitnih cjelina. U sedmome su poglavlju navedeni primjeri zadataka s detaljnim objašnjenjem, a u osmome poglavlju objašnjeno je na koji se način treba pripremiti za ispit.

1. Područja ispitivanja

U ispitnome su katalogu kemijski sadržaji svrstani u područja (koncepte) te podijeljeni na potpodručja. Ključni pojmovi i ishodi učenja prikazani su u **tablicama** od **1.** do **6.** radi lakšega snalaženja i tumačenja područja i potpodručja u ispitnome katalogu. Razrada osnovnih kemijskih koncepata temelji se na kemijskim i fizikalnim zakonitostima bez obzira na njihovo mjesto unutar postojećega nastavnog plana i programa te odobrenih udžbenika. Dakle, **redoslijed koncepata ne slijedi redoslijed obrade nastavnih sadržaja**, ali se sadržaji nastavnoga plana i programa za Kemiju u osnovnim i srednjim školama nalaze unutar predloženih koncepata. U prirodoslovlju često dolazi do preklapanja pojedinih koncepata, a pojedini pojmovi ne mogu se razumjeti bez poznavanja nekoga drugog pojma. Prilikom provedbe nastavnoga plana i programa za Kemiju važno je postupno uvoditi pojedine pojmove i pritom paziti na usvojena znanja tijekom nastave Matematike i ostalih prirodoslovnih predmeta. Prilikom izrade ishoda učenja u ispitnome katalogu pazilo se da se obuhvate sva kemijska znanja koja je učenik stekao tijekom dosadašnjega školovanja i da se propituje prirodoslovna pismenost. Primjerice, koncept *Energija* zajednički je sljedećim nastavnim predmetima: Biologiji, Kemiji i Fizici. Istodobno se koncept *Energija* u Kemiji prožima s ostalim konceptima, npr. *Tvari* i *Kemijske promjene*.

Ispitom iz Kemije provjerava se ostvarena razina usvojenosti znanja i vještina pristupnika u sljedećim područjima:

1. Tvari

- 1.1. Vrste tvari
- 1.2. Građa tvari
- 1.3. Svojstva tvari

2. Kemijske promjene

- 2.1. Stehiometrija kemijskih reakcija

- 2.2. Kemijska reaktivnost elementarnih tvari i spojeva prema položaju elemenata u periodnome sustavu

- 2.3. Kemijska reaktivnost organskih spojeva

3. Energija

- 3.1. Energija sustava
- 3.2. Izmjena energije
- 3.3. Elektrokemija

4. Brzina kemijskih reakcija

- 4.1. Promjena sastava reakcijske smjese s vremenom
- 4.2. Čimbenici koji utječu na brzinu kemijske reakcije

5. Ravnoteža kemijskih reakcija

- 5.1. Sastav ravnotežne smjese
- 5.2. Čimbenici koji utječu na kemijsku ravnotežu
- 5.3. Kiseline i baze

6. Prikupljanje podataka, obrada i prikazivanje rezultata

- 6.1. Fizikalne veličine i mjerne jedinice
- 6.2. Metode i tehnike rada
- 6.3. Iskazivanje rezultata
- 6.4. Grafički prikazi.

Navedena područja obuhvaćaju cjelokupno gradivo Kemije u osnovnim i srednjim školama. Šesto je područje izdvojeno zbog svojega sadržaja koji se odnosi na upotrebu fizikalnih veličina i mjernih jedinica (SI – sustav mjernih jedinica), veličinskoga računa i matematičkih izraza te na izvedbu pokusa, obradu podataka i iskazivanje rezultata i grafičkih prikaza. Ti su sadržaji prepoznati kao neophodni u kemiji, eksperimentalnoj znanosti, za stjecanje vještina planiranja pokusa, promatranja, bilježenja, opažanja te izvođenja zaključaka.

2. Ishodi učenja

U ovome su poglavlju za svako područje ispitivanja navedeni ishodi učenja, odnosno konkretni opisi onoga što pristupnik treba usvojiti ili moći učiniti da bi ostvario željeni rezultat u ispitu državne mature iz Kemije. Ostvarivanje predloženih ishoda učenja omogućuje i olakšava učenicima daljnje obrazovanje u prirodnim znanostima. Ishodi učenja odraz su mjerljivoga prikaza opisa pojmova i smjernica

nastavnicima pri planiranju nastavnoga procesa. Pojedini ishod učenja može se odnositi na jedan ili više ključnih pojmova. Treba istaknuti da ishodi više razine uključuju i ishode niže razine. Tijekom izrade ispita treba paziti na zastupljenost kognitivnih razina. Ispit iz Kemije sadržava 25 % zadataka prve kognitivne razine (prepoznavanje, navođenje), 50 % zadataka druge kognitivne razine (razumijevanje) i 25 % zadataka treće kognitivne razine (primjena usvojenoga znanja).

Tablica 1. Razrada područja *Tvari* na potpodručja te pripadajući ključni pojmovi i ishodi učenja

PODRUČJE 1. TVARI	
POTPODRUČJE 1.1. VRSTE TVARI	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Podjela na čiste tvari i smjese tvari Heterogene i homogene smjese	1.1.1. razlikovati čiste tvari od smjesa tvari
Podjela na elementarne tvari i kemijske spojeve	1.1.2. razlikovati elementarne tvari od kemijskih spojeva
Kvalitativno i kvantitativno značenje kemijskih simbola i formula	1.1.3. napisati kemijsku formulu na temelju kemijskoga naziva tvari (ili obrnuto)
Značenje kemijske formule: molekulska i empirijska formula	1.1.4. kvalitativno i kvantitativno analizirati kemijske simbole i kemijske formule
Formulska jedinka	1.1.5. odrediti empirijsku i molekulsku formulu na temelju kemijske analize
Maseni udio elementa u spoju	1.1.6. izračunati maseni udio elementa u spoju
Kvantitativni sastav smjesa: omjeri (maseni, volumni, množinski); udjeli (maseni, volumni, množinski); koncentracije (masena, množinska); molalnost	1.1.7. izračunati kvantitativni sastav smjese tvari iz zadanih podataka
Metode odjeljivanja tvari iz smjese: taloženje, dekantiranje, filtracija, destilacija, sublimacija, prekrystalizacija, kromatografija, ekstrakcija	1.1.8. predložiti postupak izdvajanja tvari iz smjese na temelju poznavanja kemijskoga sastava smjese i svojstava sastojka smjese
Plinske smjese: Daltonov zakon, parcijalni tlak	1.1.9. primijeniti Daltonov zakon parcijalnih tlakova
Otopine: postupak pripreme otopina zadanih koncentracija (razrjeđivanjem otopine i otapanjem čvrstih tvari u otapalu)	1.1.10. primijeniti kemijski račun za pripremu otopine zadanoga sastava razrjeđivanjem otopine ili otapanjem čvrste tvari
Sastav disperznih sustava: dispergirana faza i disperžno sredstvo Koloidni sustavi: svojstva koloidnih čestica (veličina, raspršenje svjetlosti – Tyndallov fenomen, sedimentacija i Brownovo gibanje)	1.1.11. razlikovati vrste disperznih sustava 1.1.12. navesti karakteristična svojstva koloidnih sustava 1.1.13. povezati svojstva koloidnih sustava s njihovom primjenom u svakodnevnome životu

POTPODRUČJE 1.2. GRAĐA TVARI

KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Struktura atoma: osnovne subatomske čestice Broj protona (protonski, atomski broj), broj nukleona (nukleonski, maseni broj) Nabojni broj Izotopi, nuklidi Izoelektronske vrste	1.2.1. razlikovati sljedeće pojmove: protonski (atomski) broj, nukleonski (maseni) broj, nuklid, izotop, izoelektronska vrsta i kemijski element
Električki neutralne i nabijene atomske i molekulske vrste: atom, ion, molekula, molekulski ion (npr. H, H ⁻ , H ⁺ ili O ₂ i O ₂ ²⁻)	1.2.2. razlikovati električki neutralne od električki nabijenih atomskih i molekulskih vrsta
Masa atomskih i molekulskih vrsta, atomska jedinica mase, relativna atomska masa, relativna molekulska masa	1.2.3. izračunati masu atoma ili molekula, relativnu atomsku masu ili relativnu molekulsku masu na temelju zadanih podataka
Elektronska struktura atoma: elektronska konfiguracija	1.2.4. prikazati elektronsku konfiguraciju električki neutralnih i nabijenih atomskih vrsta s obzirom na položaj u periodnome sustavu elemenata
Bohrov model atoma Osnovno stanje atoma i pobuđena stanja atoma Identifikacija tvari bojanjem plamena	1.2.5. analizirati prijelaze atoma iz osnovnog stanja u pobuđeno stanje i obratno
Periodni sustav elemenata: skupine i periode Periodičnost svojstava atoma: polumjer, energija ionizacije, elektronski afinitet, elektronegativnost	1.2.6. usporediti različite polumjere atoma (atomski, ionski, kovalentni, van der Waalsov) 1.2.7. povezati polumjer, energiju ionizacije, elektronski afinitet i elektronegativnost s elektronskom strukturom atomske vrste i položajem u periodnome sustavu elemenata
Kemijske veze: ionska i kovalentna veza (jednostruka, dvostruka i trostruka veza)	1.2.8. procijeniti vrstu kemijske veze na temelju razlike elektronegativnosti povezanih atoma
Struktura molekula Elementi Lewisove simbolike (točkice, crtice i slovne oznake) Prostorna građa molekule (VSEPR metoda procjene veznoga kuta)	1.2.9. prikazati Lewisove simbole atomskih vrsta te strukturne formule anorganskih i organskih molekula i iona 1.2.10. predvidjeti prostornu građu molekule ili iona na temelju VSEPR metode
Struktura organskih molekula	1.2.11. prikazati molekule organskih spojeva strukturnim formulama na temelju naziva spoja ili obrnuto
Nomenklatura organskih spojeva prema IUPAC-u Trivijalna imena organskih spojeva	1.2.12. imenovati organske spojeve prema nomenklaturi IUPAC-a
Funkcijske skupine Organski spojevi: ugljikovodici, alkoholi, eteri, aldehidi, ketoni, karboksilne kiseline, derivati karboksilnih kiselina, amini	1.2.13. prepoznati funkcijske skupine u molekulama organskih spojeva i obrnuto, prepoznati vrstu organskoga spoja na temelju zadane funkcijske skupine 1.2.14. povezati fizikalna i kemijska svojstva organskih spojeva sa strukturom njihovih molekula i vrstom funkcijske skupine
Izomeri: strukturni (konstitucijski) izomeri, stereoizomeri (diastereoizomeri i enantiomeri)	1.2.15. razlikovati izomere organskih spojeva na temelju njihovih imena ili strukturnih formula

POTPODRUČJE 1.2. GRAĐA TVARI	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Asimetrično supstituirani ugljikov atom, optička aktivnost	1.2.16. prepoznati asimetrično supstituirani ugljikov atom
Biološki važni spojevi: masti i ulja, ugljikohidrati, aminokiseline i proteini, nukleinske kiseline	1.2.17. prepoznati glikozidnu vezu u disaharidu ili polisaharidu
Površinski aktivne tvari, lipidne membrane, sapuni	1.2.18. prikazati nastajanje peptidne veze
	1.2.19. navesti ulogu biološki važnih molekula u organizmu i površinski aktivnih tvari
Amorfne tvari i kristali	1.2.20. razlikovati amorfne tvari, kristale, polimorfe i alotrope
Prostorna građa kristala Vrste kristala prema vrsti građevne jedinice (atomi, molekule, ioni)	1.2.21. povezati fizikalna svojstva kristala s vrstom njegove građevne jedinice
Kristalni sustavi (kubični sustav) Parametri koji opisuju jediničnu ćeliju kubičnoga sustava (gustoća, volumen, duljina brida, udaljenost središta dvaju atoma u kristalu, polumjer atomske vrste, masa jedinične ćelije, broj atoma ili formula jedinka spoja)	1.2.22. razlikovati jedinične ćelije kubičnoga sustava
	1.2.23. izračunati parametre koji opisuju određeni tip jedinične ćelije kubičnoga sustava iz zadanih podataka
Alotropija i polimorfija	1.2.24. razlikovati alotropiju i polimorfiju
POTPODRUČJE 1.3. SVOJSTVA TVARI	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Temeljna fizikalna svojstva tvari u čvrstome, tekućemu i plinoviteme agregacijskom stanju: agregacijsko stanje, gustoća, vrelište, talište, tvrdoća, magnetska, hlapljivost, optička aktivnost, topljivost, viskoznost, površinska napetost, električna vodljivost talina i otopina	1.3.1. razlikovati tvari na temelju njihovih temeljnih fizikalnih svojstava
	1.3.2. izračunati gustoću, volumen ili masu uzorka tvari na temelju zadanih podataka
Fazni dijagram čistih tvari: promjene agregacijskih stanja i fazne transformacije	1.3.3. analizirati fazni dijagram čistih tvari: (a) agregacijsko stanje pri određenim uvjetima tlaka i temperature ili (b) temperaturu i tlak pri kojima dolazi do faznih promjena
Utjecaj strukture, kemijske veze i međučestičnih interakcija na makroskopska svojstva tvari	1.3.4. povezati makroskopska svojstva tvari s vrstom kemijske veze ili međumolekulskim interakcijama
	1.3.5. procijeniti utjecaj temperature na odabrano fizikalno svojstvo fluida (npr. gustoću, viskoznost, volumen)
Fizikalna svojstva idealnih plinova: jednadžba stanja idealnoga plina, molarni volumen plina, gustoća plina	1.3.6. primijeniti jednadžbu stanja idealnoga plina
	1.3.7. izračunati molarni volumen i gustoću plina pri različitim uvjetima tlaka i temperature
Koligativna svojstva otopina (sniženje ledišta, povišenje vrelišta, osmotski tlak, sniženje tlaka para – Raoultov zakon)	1.3.8. povezati sastav smjese s koligativnim svojstvima otopine
	1.3.9. povezati koligativna svojstva otopina s primjerima iz svakodnevnoga života
	1.3.10. izračunati promjenu koligativnih svojstava na temelju sastava otopine

Tablica 2. Razrada područja *Kemijske promjene* na potpodručja te pripadajući ključni pojmovi i ishodi učenja

POTDRUČJE 2. KEMIJSKE PROMJENE	
POTPODRUČJE 2.1. STEHIOMETRIJA KEMIJSKIH REAKCIJA	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Kvalitativno i kvantitativno značenje jednadžbe kemijske reakcije Reaktanti i produkti (sudionici reakcije) Stehiometrijski broj Strelice za povratnu, unaprednu, unazadnu i ravnotežnu reakciju	2.1.1. napisati odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije na temelju podataka prikazanih na dijagramu ovisnosti koncentracije sudionika reakcije o vremenu i obrnuto prikazati dijagram ovisnosti koncentracije sudionika reakcije o vremenu na temelju odgovarajuće jednadžbe kemijske reakcije
Količina: brojnost, množina, mol, molarna masa, Avogadrova konstanta	2.1.2. izračunati brojnost, množinu tvari i molarnu masu na temelju zadanih podataka
Množina reakcijskih pretvorba (doseg kemijske reakcije)	2.1.3. izračunati množinu, masu ili volumen utrošenoga reaktanta i/ili nastalog produkta na temelju zadanih podataka za promjenu opisanu jednadžbom kemijske reakcije 2.1.4. izračunati množinu jake kiseline potrebnu za potpunu neutralizaciju vodene otopine jake baze (i obrnuto)
Mjerodavni reaktant i reaktant u suvišku	2.1.5. odrediti mjerodavni reaktant i reaktant u suvišku na temelju podataka o količini reaktanata u reakcijskome sustavu
Iskorištenje reakcije	2.1.6. izračunati iskorištenje kemijske reakcije
POTPODRUČJE 2.2. KEMIJSKA REAKTIVNOST ELEMENTARNIH TVARI I SPOJEVA PREMA POLOŽAJU ELEMENATA U PERIODNOME SUSTAVU	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Periodičnost kemijskih svojstava Kemijska reaktivnost prema položaju elemenata u periodnome sustavu	2.2.1. predvidjeti kemijsku reaktivnost elementarnih tvari i njihovih spojeva na temelju položaja elemenata u periodnome sustavu
Vrste kemijskih reakcija (analiza i sinteza)	2.2.2. napisati jednadžbu kemijske reakcije analize i/ili sinteze
Tipične kemijske reakcije anorganskih spojeva, npr.: – reakcije metala i nemetala s kisikom – reakcija oksida metala ili nemetala s vodom – reakcije metala s kiselinama – reakcije metala s vodenim otopinama soli – reakcija oksida metala s kiselinom – reakcija oksida nemetala s lužinom – termički raspad taloženje slabo topljivih soli (srebrovih halogenida i sulfida te karbonata i sulfata zemnoalkalijskih metala)	2.2.3. predvidjeti reaktante i produkte kemijskih reakcija anorganskih spojeva 2.2.4. prikazati jednadžbama kemijskih reakcija tipične reakcije anorganskih spojeva (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) 2.2.5. prikazati jednadžbama kemijskih reakcija tipične reakcije za dokazivanje anorganskih spojeva (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja)
Karakteristične kemijske reakcije kiselina, baza i soli, npr.: ionizacija najpoznatijih kiselina, disocijacija hidroksida i soli u vodi, reakcija neutralizacije, hidroliza soli	2.2.6. prikazati jednadžbama kemijskih reakcija karakteristične reakcije kiselina, baza i soli (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja)

POTPODRUČJE 2.2. KEMIJSKA REAKTIVNOST ELEMENTARNIH TVARI I SPOJEVA PREMA POLOŽAJU ELEMENATA U PERIODNOME SUSTAVU	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Oksidacijska i reduksijska svojstva anorganskih i organskih spojeva Oksidacijski broj Oksidacija i redukcija Oksidacijsko i reduksijsko sredstvo Redoks-reakcije	2.2.7. odrediti oksidacijski broj atoma u zadanome primjeru 2.2.8. povezati pojmove oksidacije i redukcije s promjenom oksidacijskoga broja atoma u anorganskim i organskim spojevima 2.2.9. odrediti oksidacijsko i reduksijsko sredstvo u zadanome primjeru kemijske reakcije 2.2.10. napisati jednadžbe polureakcija za oksidaciju i redukciju te napisati ukupnu jednadžbu redoks-reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) za zadani redoks-proces
2.3. KEMIJSKA REAKTIVNOST ORGANSKIH SPOJEVA	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Reakcije organskih spojeva: gorenje, piroliza	2.3.1. prikazati jednadžbama kemijskih reakcija gorenje i pirolizu organskih spojeva (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja)
Reaktivnost organskih spojeva Kemijska reaktivnost prema funkcijskim skupinama	2.3.2. prikazati jednadžbom kemijske reakcije tipične reakcije organskih spojeva 2.3.3. predvidjeti reaktante i produkte kemijskih reakcija organskih spojeva
Reakcije organskih spojeva: adicija, eliminacija i supstitucija	2.3.4. razlikovati vrste reakcija organskih spojeva (adiciju, supstituciju i eliminaciju)
Tipične reakcije za dokazivanje organskih spojeva: karakteristične reakcije na nezasićene veze, specifične reakcije organskih molekula poput aldehida, šećera, aminokiselina i proteina	2.3.5. razlikovati karakteristične reakcije za dokazivanje organskih spojeva

Tablica 3. Razrada područja *Energija* na potpodručja te pripadajući ključni pojmovi i ishodi učenja

PODRUČJE 3. ENERGIJA	
POTPODRUČJE 3.1. ENERGIJA SUSTAVA	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Energija sadržana u kemijskim vezama: ionska, kovalentna i metalna veza	3.1.1. razlikovati tri temeljne vrste kemijskih veza (ionsku, kovalentnu i metalnu vezu)
Energija međudjelovanja: van der Waalsove interakcije, vodikove veze	3.1.2. predvidjeti dominantnu vrstu međumolekulskih interakcija na temelju građe molekula
	3.1.3. prepoznati primjere molekula koje se mogu udruživati vodikovim vezama
Gibanje čestica: kinetička energija – povezanost s temperaturom	3.1.4. povezati prosječnu kinetičku energiju gibanja čestica s temperaturom
POTPODRUČJE 3.2. IZMJENA ENERGIJE	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Izmjena energije između sustava i okoline: toplina, rad	3.2.1. razlikovati sustav od okoline te načine izmjene tvari i energije između sustava i okoline (toplina i rad)
Egzotermne i endotermne promjene	3.2.2. razlikovati egzotermne i endotermne promjene
Izmjena energije tijekom kemijskih reakcija	3.2.3. navesti energijske promjene do kojih dolazi tijekom promjene agregacijskoga stanja ili tijekom kemijske reakcije
Entalpija Reakcijska entalpija: promjena entalpije s napredovanjem (dosegom) kemijske reakcije	3.2.4. izračunati reakcijsku entalpiju na temelju zadane izmijenjene topline (promjene entalpije) tijekom kemijske reakcije i množine utrošenoga reaktanta (ili nastalog produkta)
Kalorimetrija Specifični toplinski kapacitet, molarni toplinski kapacitet	3.2.5. izračunati promjenu entalpije (izmijenjenu toplinu pri stalnome tlaku) na temelju rezultata kalorimetrijskoga pokusa
Entalpijski dijagram	3.2.6. prikazati entalpijskim dijagramom odnose entalpija reaktanata i produkata te smjer reakcijske promjene
Hessov zakon Standardne entalpije stvaranja i izgaranja Entalpija faznih prijelaza	3.2.7. primijeniti Hessov zakon na izračunavanje reakcijske entalpije odabrane reakcije na temelju zadanih podataka
Energijske promjene pri otapanju čvrste tvari u vodi (entalpija razaranja kristalne strukture i entalpija hidratacije)	3.2.8. prikazati entalpijskim dijagramom energetske promjene pri otapanju čvrste tvari u vodi u odnosu na entalpije razaranja kristalne strukture i hidratacije

POTPODRUČJE 3.3. ELEKTROKEMIJA	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Elektrokemijski članci: galvanski članci i elektrolizni članci Pozitivna elektroda, negativna elektroda elektrolit, anion, kation, elektrolitni most	3.3.1. razlikovati galvanske i elektrolizne članke 3.3.2. prikazati zadani elektrokemijski članak crtežom i/ili shematski 3.3.3. opisati promjene na elektrodama u elektrokemijskim člancima
Razlika standardnih redukcijskih elektrodnih potencijala (standardna elektromotorna sila)	3.3.4. izračunati razliku standardnih elektrodnih potencijala na temelju zadanih standardnih redukcijskih elektrodnih potencijala polučlanaka
Elektrokemijski (Voltin) niz	3.3.5. predvidjeti moguće reakcije do kojih će doći na elektrodama zadanoga elektrokemijskog članka primjenom elektrokemijskoga (Voltina) niza 3.3.6. napisati jednadžbe reakcija na elektrodama i/ili jednadžbu ukupne reakcije u elektrokemijskome članku (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja)
Veza kemijske reaktivnosti i elektrokemijskoga niza	3.3.7. predvidjeti moguće reakcije do kojih će doći između zadanih tvari primjenom elektrokemijskoga (Voltina) niza 3.3.8. napisati jednadžbe kemijskih reakcija do kojih će doći između zadanih tvari (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju elektrokemijskoga (Voltina) niza
Korozija Zaštita metala od korozije	3.3.9. prepoznati uvjete iz svakodnevnoga života pri kojima dolazi do korozije 3.3.10. predložiti načine zaštite od korozije
Elektroliza vode, talina i vodenih otopina elektrolita Pretvorba kemijske energije u električnu energiju (baterije i akumulatori)	3.3.11. navesti primjenu galvanskih članaka 3.3.12. prepoznati ekološki opravdan izvor energije temeljen na elektrokemijskim člancima
Kvantitativni odnosi pri elektrolizi Faradayev zakon elektrolize Promjena mase na elektrodama, protekli naboj, volumen plina razvijenoga na elektrodi, promjena množine iona u otopini	3.3.13. primijeniti Faradayev zakon elektrolize 3.3.14. povezati odnos naboja koji protječe elektroliznim člankom s promjenom mase na elektrodama ili volumenom plina razvijenoga na elektrodama

Tablica 4. Razrada područja *Brzina kemijskih reakcija* na potpodručja te pripadajući ključni pojmovi i ishodi učenja

PODRUČJE 4. BRZINA KEMIJSKIH REAKCIJA	
POTPODRUČJE 4.1. PROMJENA SASTAVA REAKCIJSKE SMJESE S VREMENOM	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Brzina kemijske reakcije Prosječna brzina kemijske reakcije, prosječna brzina trošenja reaktanta i prosječna brzina nastajanja produkta Grafički prikazi ovisnosti koncentracije sudionika reakcije o vremenu	4.1.1. napisati izraz za prosječnu brzinu kemijske reakcije 4.1.2. povezati brzinu trošenja reaktanta ili s brzinom nastajanja produkta ili s brzinom reakcije i obrnuto 4.1.3. izračunati prosječnu brzinu kemijske reakcije, prosječnu brzinu trošenja reaktanta ili prosječnu brzinu nastajanja produkta iz promjene množinske koncentracije reaktanta ili produkta u nekome vremenskom intervalu
POTPODRUČJE 4.2. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA BRZINU KEMIJSKE REAKCIJE	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Koncentracija reaktanta, temperatura, veličina površine na kojoj se zbivaju heterogene kemijske reakcije	4.2.1. povezati utjecaj koncentracije reaktanata ili površine reaktanta u čvrstom stanju s brzinom kemijske reakcije 4.2.2. opisati utjecaj temperature na brzinu kemijske reakcije
Energija aktivacije Reakcijski dijagram	4.2.3. analizirati utjecaj katalizatora i/ili inhibitora na energiju aktivacije i brzinu kemijske reakcije
Kataliza, katalizatori i inhibitori Utjecaj katalizatora na brzinu kemijske reakcije Enzimi	4.2.5. navesti ulogu enzima u organizmu

Tablica 5. Razrada područja *Ravnoteža kemijskih reakcija* na potpodručja te pripadajući ključni pojmovi i ishodi učenja

PODRUČJE 5. RAVNOTEŽA KEMIJSKIH REAKCIJA	
POTPODRUČJE 5.1. SASTAV RAVNOTEŽNE SMJESE	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Kemijska ravnoteža	5.1.1. prikazati sustav ravnotežne smjese jednadžbom kemijske reakcije
Konstanta ravnoteže Empirijske konstante ravnoteža (tlačna, koncentracijska)	5.1.2. napisati izraz za empirijsku konstantu ravnoteže zadane kemijske reakcije i obrnuto, iz ponuđenoga izraza za empirijsku konstantu ravnoteže napisati jednadžbu kemijske reakcije 5.1.3. izračunati vrijednost konstante ravnoteže na temelju sastava ravnotežne reakcijske smjese ili obrnuto
POTPODRUČJE 5.2. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA KEMIJSKU RAVNOTEŽU	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Le Chatelierovo načelo: utjecaj tlaka, temperature i sastava reakcijske smjese (promjena koncentracije reaktanata ili produkata) na ravnotežu	5.2.1. kvalitativno odrediti utjecaj različitih čimbenika na kemijsku ravnotežu 5.2.2. predvidjeti utjecaj dodavanja nekoga od sudionika reakcije u sustav ili uklanjanja nekoga od sudionika reakcije iz sustava na smjer kemijske reakcije i ravnotežno stanje 5.2.3. predvidjeti utjecaj tlaka na kemijsku ravnotežu na temelju stehiometrijskih brojeva plinovitih sudionika reakcije 5.2.4. predvidjeti utjecaj tlaka i temperature na topljivost plinova u vodi
Otapanje soli Topljivost Nezasićena, zasićena i prezasićena otopina	5.2.5. predvidjeti utjecaj temperature na topljivost soli u vodi na temelju energijskih promjena tijekom otapanja 5.2.6. razlikovati sljedeće pojmove: nezasićena, zasićena i prezasićena otopina 5.2.7. izračunati najveću masu soli koju je moguće otopiti u određenoj količini vode pri danoj temperaturi na temelju podatka o sastavu zasićene otopine 5.2.8. iskazati topljivost masenim udjelom, masenom koncentracijom ili množinskom koncentracijom soli u zasićenoj otopini 5.2.9. izračunati na temelju podataka o topljivosti i o masi dodane soli u određenu količinu otapala je li otopina nezasićena, prezasićena ili zasićena
POTPODRUČJE 5.3. KISELINE I BAZE	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Ionizacija vode Konstanta ionizacije vode pH-skala pH-vrijednost pOH-vrijednost	5.3.1. povezati ionski produkt vode s ravnotežnom reakcijom ionizacije vode 5.3.2. izračunati pH-vrijednost čiste vode iz ravnotežne konstante ionizacije vode 5.3.3. izračunati pH-vrijednosti i pOH-vrijednosti vodenih otopina na temelju zadanih koncentracija oksonijevih ili hidroksidnih iona 5.3.4. predvidjeti pH-vrijednost vodenih otopina različitih tvari

POTPODRUČJE 5.3. KISELINE I BAZE	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Indikatori	5.3.5. procijeniti pH-vrijednost vodene otopine na temelju promjene boje različitih indikatora ili obrnuto na temelju pH-vrijednosti vodene otopine procijeniti boju indikatora
Titracija jake kiseline jakom lužinom (i obrnuto)	5.3.6. izračunati množinsku koncentraciju titrirane jake kiseline (ili jake lužine) na temelju navedenih rezultata titracije jake kiseline jakom lužinom (ili obrnuto) 5.3.7. analizirati postupak i/ili rezultate titracije kiseline lužinom (ili obrnuto)
Ionizacija kiselina i baza Konstanta ionizacije slabih kiselina i slabih baza Stupanj ionizacije	5.3.8. izračunati stupanj ionizacije slabe kiseline ili slabe baze i sastav ravnotežne smjese na temelju konstante ionizacije (ili obrnuto) 5.3.9. usporediti jakost zadanih kiselina (ili baza) na temelju vrijednosti konstante ravnoteže ionizacije kiseline (ili baze)
Kiselinsko-bazna svojstva aminokiselina i peptida; izoelektrična točka, zwitter-ion	5.3.10. predvidjeti kiselinsko-bazna svojstva aminokiselina i peptida u ovisnosti o pH-vrijednosti vodene otopine
Kiselinsko-bazna svojstva: definicija kiselina i baza; konjugirani parovi kiselina i baza; jakost kiselina i baza (slabe i jake) Amfoternost	5.3.11. razlikovati sljedeće pojmove: kiselina, hidroksid i lužina u okviru Arrheniusove teorije 5.3.12. objasniti pojmove kiseline, baze i amfoternosti u okviru Brønsted-Lowryjeve teorije 5.3.13. odrediti koja je jedinka Brønsted-Lowryjeva kiselina, a koja Brønsted-Lowryjeva baza u zadanome primjeru 5.3.14. odrediti zadanoj vrsti konjugiranu Brønsted-Lowryjevu bazu ili kiselinu
Puferi	5.3.15. prikazati jednadžbom ravnotežnu reakciju u puferskoj otopini 5.3.16. objasniti ulogu i djelovanje pufera u fiziološkim uvjetima

Tablica 6. Razrada područja *Priкупljanje podataka, obrada i prikazivanje rezultata* na potpodručja te pripadajući ključni pojmovi i ishodi učenja

PODRUČJE 6. PRIKUPLJANJE PODATAKA, OBRADA I PRIKAZIVANJE REZULTATA	
POTPODRUČJE 6.1. FIZIKALNE VELIČINE I MJERNE JEDINICE	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Simboli fizikalnih veličina i pripadnih mjernih jedinica SI jedinice (osnovne i izvedene)	6.1.1. izraziti istu fizikalnu veličinu različitim mjernim jedinicama
Veličinski račun: pretvaranje mjernih jedinica, računanje s veličinama i jedinicama	6.1.2. matematički izraziti traženu fizikalnu veličinu iz zadanih fizikalnih veličina u računskim zadacima
Upotreba matematičkih izraza	6.1.3. razlikovati konstante i varijable u algebarskim izrazima
Ekstenzivne i intenzivne fizikalne veličine	6.1.4. razlikovati intenzivna i ekstenzivna svojstva tvari
POTPODRUČJE 6.2. METODE I TEHNIKE RADA	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Laboratorijski pribor i kemikalije Tehnike rada Postupak	6.2.1. prepoznati uobičajeni kemijski pribor na crtežu 6.2.2. navesti osnovne laboratorijske tehnike i pribor za točno određivanje volumena, mase i temperature 6.2.3. predložiti laboratorijski postupak pripreme otopine zadanoga sastava razrjeđivanjem ili otapanjem čvrste tvari
Opažanja	6.2.4. opisati promjene na temelju opažanja tijekom navedenih postupaka
Zaključak	6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedenoga opisa promjene 6.2.6. zaključiti o fizikalnim i kemijskim svojstvima sudionika reakcije na temelju navedenih opisa ili rezultata pokusa
Kemikalije u svakodnevnome životu	6.2.7. navesti kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnome životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na zdravlje i okoliš
Opasnosti i mjere sigurnosti Mjere zaštite Slikovne oznake (piktogrami) opasnosti i upozorenja	6.2.8. navesti opasnosti i potrebne mjere sigurnosti tijekom rada s otrovnim, korozivnim i zapaljivim kemikalijama 6.2.9. prepoznati osnovne znakove opasnosti i upozorenja
POTPODRUČJE 6.3. ISKAZIVANJE REZULTATA	
KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Rezultat mjerenja, točna vrijednost Značajne znamenke Mjerna nesigurnost (točnost, preciznost i pouzdanost mjerenja) Srednja vrijednost	6.3.1. koristiti se pravilima za određivanje značajnih znamenaka pri iskazivanju rezultata 6.3.2. analizirati mjernu nesigurnost (točnost, preciznost i pouzdanost mjerenja) 6.3.3. izračunati srednju vrijednost rezultata mjerenja

POTPODRUČJE 6.4. GRAFIČKI PRIKAZI

KLJUČNI POJMOVI	ISHODI UČENJA
Tablični i grafički prikaz Crtanje grafova Ispravno označavanje osi koordinatnoga sustava Interpretacija grafičkih prikaza Primjeri grafičkih prikaza: – ovisnost koncentracije sudionika reakcije o vremenu – ovisnost topljivosti neke soli o temperaturi – ovisnost temperature u reakcijskome sustavu o vremenu tijekom kalorimetrijskoga pokusa – ovisnost brzine reakcije o temperaturi – krivulja titracije.	6.4.1. očitati podatke iz grafičkoga ili tabličnoga prikaza 6.4.2. izraditi odgovarajući grafički prikaz na temelju zadanih podataka 6.4.3. analizirati vrijednosti na grafičkome prikazu

3. Primjeri pokusa

Uloga pokusa u nastavi Kemije jest neposredno upoznavanje učenika s procesima i pojavama u prirodi opažanjem i zaključivanjem. Pokusi pridonose konceptualnomu razumijevanju kemijskih sadržaja i povezivanju tih sadržaja sa sadržajima drugih prirodnih i znanstvenih disciplina. Rad u laboratoriju povezuje usvojena teorijska znanja s primjenom tih znanja. U ovome su katalogu predloženi i razrađeni pokusi koji obuhvaćaju više kemijskih koncepata. Jednostavno se izvode, ne zahtijevaju skupu opremu i kemikalije, u skladu su s upotrebom ekoloških i manje opasnih tvari te su s obzirom na to primjenjivi na svim razinama obrazovanja. Neki od predloženih pokusa već se nalaze u odobrenim udžbenicima, a svi predloženi pokusi slijede područja ispitivanja prema ispitnome katalogu. Budući da je kemija eksperimentalna znanost, ciljeve nastave poželjno je ostvarivati izvođenjem eksperimentalnoga rada sukladno materijalnim uvjetima. O ulozi pokusa kao središnjega izvora znanja pri ostvarivanju zadaća nastave Kemije govori niz znanstvenih i stručnih zapisa koji jednoznačno potvrđuju da se pedagoška i metodička načela bolje provode upotrebom pokusa u nastavi Kemije nego upotrebom drugih izvora znanja. Navedeno je razvidno pri ostvarivanju didaktičkih načela zornosti, aktivnosti, razvoja sistematičnosti i postupnosti i dr. Pokuse treba izabrati prema

raspoloživim, pristupačnim i ekološki opravdanim kemikalijama. Izbor odgovarajućega pribora za rad te poštivanje mjera opreza i zaštite tijekom rada važni su čimbenici u planiranju eksperimentalnoga rada. Zadaća je nastavnika metodički oblikovati tijekom rada i prikaz prikupljenih podataka te potaknuti učenike na interpretaciju rezultata pokusa.

Pokusi navedeni u katalogu sadržavaju popis pribora i kemikalija, potrebne mjere opreza i zaštite te postupak i smjernice za izvođenje pokusa s pripadajućim ishodima učenja. Smjernice pri izvođenju pokusa pomoći će učenicima i nastavnicima prepoznati kemijske sadržaje na koje treba obratiti pozornost, a ishodi učenja povezani su s nastavnim sadržajem jednoga ili više područja. Na taj je način moguće pridonijeti boljemu povezivanju praktičnoga rada i povezivanju rezultata rada s usvojenim teorijskim znanjima, a dodatnu vrijednost predstavljaju vještine rukovanja i rada s kemikalijama i priborom te razvijanje motoričkih kompetencija u učenika. Nadalje, za pojedine pokuse priložena je slika uređaja koja olakšava izvedbu pokusa i usmjerava pozornost učenika na uobičajeni kemijski pribor i osnovne laboratorijske tehnike rada. Izvedba svakoga predloženog pokusa može se još dodatno prilagoditi uvjetima rada odabirom raspoloživih kemikalija i pribora.

Pokus 1.

RAZDVAJANJE SASTOJAKA IZ SMJESE

Zadatak: odvojiti sastojke iz odabranih heterogenih i homogenih smjesa.

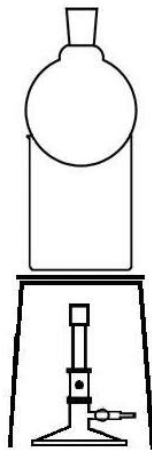
Pribor i kemikalije: dvije čaše od 100 mL, tronožac, dvije mrežice, dvije okrugle tikvice, plamenik, šibice, spatula, žlica, satno staklo, lupa, boca štrcaljka, stakleni štapić, kapaljka, lijevak, filtrirni papir, četiri metalna stalka, dvije stezaljke, uglata hvataljka, obla hvataljka, Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, Petrijeve zdjelice, dva metalna prstena, nastavak za destilaciju, termometar, Liebigovo hladilo, lula, natrijev klorid, jod, pijesak, destilirana voda, kamenčići za vrenje.

Mjere opreza: Tijekom rada s jodom potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama. Pare joda nagrizaju sluznicu oka i dišnih organa. Pokus treba izvesti u digestoru ili uz otvoreni prozor.

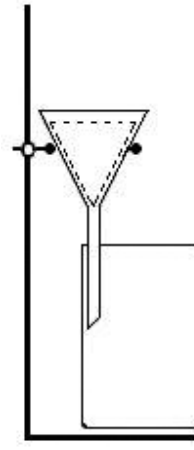
Postupak:

1. u čašu staviti smjesu joda, natrijeva klorida i pijeska
2. čašu sa smjesom staviti na tronožac s mrežicom i poklopiti je okruglom tikvicom (**slika 1.1.**)
3. u okruglu tikvicu uliti hladnu vodu do pola volumena tikvice
4. zagrijavati čašu sa smjesom slabim plamenom sve dok ne prestanu nastajati pare joda koje se nakupljaju na hladnome dnu okrugle tikvice

5. prekinuti zagrijavanje, maknuti okruglu tikvicu pazeći da se prstima ne dotiče dno tikvice, ostrugati spatulom kristaliće s dna tikvice u Petrijevu zdjelicu, poklopiti drugom Petrijevom zdjelicom i pogledati kristaliće joda pod lupom
6. kada se čaša s ostatkom smjese ohladi, dodati 50 mL destilirane vode i promiješati staklenim štapićem
7. pripremiti uređaj za filtraciju (**slika 1.2.**), navlažiti vodom filtrirni papir u lijevku i na njega preko staklenoga štapića izliti sadržaj čaše, filtrat skupljati u drugu čašu

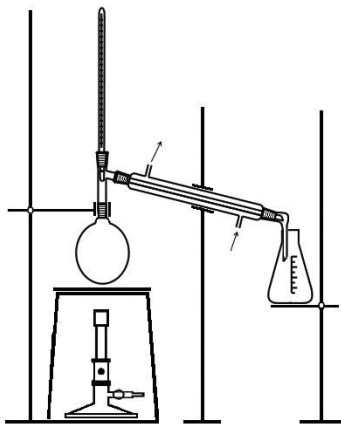


Slika 1.1. Uređaj za sublimaciju



Slika 1.2. Uređaj za filtraciju

8. složiti uređaj za destilaciju (**slika 1.3.**)



Slika 1.3. Uređaj za destilaciju

9. u tikvicu za destilaciju uliti filtrat iz čaše i dodati kamenčiće za vrenje
10. zagrijavati šuštećim plamenom otopinu u tikvici za destilaciju do vrenja
11. kada kapne prva kap destilata u tikvicu, na termometru očitati temperaturu
12. zagrijavati dok se u tikvici ne sakupi nekoliko mililitara destilata
13. zagrijavanjem jedne kapi destilata na satnome staklu dokazati da je destilat čista voda.

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Imenujte dijelove uređaja za sublimaciju, filtraciju i destilaciju.
2. Usporedite boju kristalića joda s bojom para joda.

3. Usporedite izgled kristalića joda prije i nakon sublimacije.
4. Na temelju opažanja tijekom pokusa usporedite topljivost natrijeva klorida i pijeska u vodi.
5. Usporedite očitanu vrijednost temperature tijekom destilacije s vrelištem vode pri tlaku 1 bar.
6. Razmislite zašto je temperatura tijekom destilacije stalna iako se smjesa zagrijava.
7. Zaključite o kakvim se smjesama (homogenim ili heterogenim) radi prije svakoga pojedinog postupka odjeljivanja.
8. Zaključite o kojim svojstvima sastojaka smjese ovisi izbor postupka za odvajanje tvari.
9. Uočite znakove opasnosti i upozorenja na bočici s jodom.

Ishodi učenja:

- 1.1.1. razlikovati čiste tvari od smjesa tvari
- 1.1.2. razlikovati elementarne tvari od kemijskih spojeva
- 1.1.8. predložiti postupak izdvajanja tvari iz smjese na temelju poznavanja kemijskoga sastava smjese i svojstava sastojka smjese
- 1.3.1. razlikovati tvari na temelju njihovih fizikalnih svojstava
- 6.2.1. prepoznati uobičajeni kemijski pribor na crtežu
- 6.2.2. navesti osnovne laboratorijske tehnike i pribor za točno određivanje volumena, mase i temperature

- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.7. navesti kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnome životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na zdravlje i okoliš
- 6.2.8. navesti opasnosti i potrebne mjere sigurnosti tijekom rada s otrovnim, korozivnim i zapaljivim kemikalijama
- 6.2.9. prepoznati osnovne znakove opasnosti i upozorenja.

Pokus 2.

EKSTRAKCIJA KLOROFILA IZ LISTOVA ŠPINATA I KROMATOGRAFIJA EKSTRAKTA

Zadatak: odvojiti klorofil iz listova špinata.

Pribor i kemikalije: tarionik s tučkom, nož, Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, čaša od 100 mL, Petrijeva zdjelica, satno staklo, gumeni čep za tikvicu, menzura od 10 mL, kapilara, lijevak, filtrirni papir, listovi špinata, etanol, petroleter, kreda.

Mjere opreza: Tijekom rada s etanolom i petroleterom potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama, ne smije se raditi u blizini otvorenoga plamena i treba prozračiti učionicu.

Postupak:

1. listove špinata usitniti nožem, a zatim ih u tarioniku dobro izgnječiti, doliti 5 mL etanola i dobro promiješati tučkom
2. dobivenu smjesu pažljivo filtrirati, a filtrat skupljati u Erlenmeyerovu tikvicu i začepiti
3. na školskoj kredi olovkom povući crtu (startnu liniju) oko 1 cm od donjega ruba, na sredinu crte kapilaram nanijeti uzorak smjese iz Erlenmeyerove tikvice
4. kredu postaviti uspravno u čašu s petroleterom tako da startna linija s uzorkom bude iznad razine petroletera, čašu poklopiti satnim staklom, pričekati da se otapalo podigne 1 cm ispod vrha krede, a zatim izvaditi kredu i na njoj olovkom povući crtu do koje je došlo otapalo, ostaviti kredu da se osuši i zabilježiti opažanja

5. izmjeriti udaljenost do koje je došlo otapalo od startne linije (d_2), a zatim izmjeriti udaljenost centra mrlje od startne linije (d_1), izmjerene vrijednosti upisati u **tablicu 7.** i izračunati R_f -vrijednosti za tvari u uzorku.

Opažanja:

Tablica 7. Kromatografija ekstrakta klorofila iz špinata

Fronta	D_1 /cm	D_2 /cm	R_f -vrijednost
otapalo			
Mrlja 1			
Mrlja 2			

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

- Objasnite razlog usitnjavanja lišća špinata prije ekstrakcije.
- Na temelju opažanja boje etanola i otopine nakon ekstrakcije zaključite koja je tvar ekstrakt.
- Promotrite krelu nakon kromatografije i zaključite je li ekstrakt čista tvar ili smjesa.
- Razmislite što je u predloženoj pokusu pokretna (mobilna) faza, a što nepokretna (stacionarna) faza.
- Razmislite o čemu ovisi R_f -vrijednost.

- Objasnite na kojim se fizikalno-kemijskim procesima temelje kromatografske metode odjeljivanja.
- Uočite znakove opasnosti i upozorenja na bočicama s etanolom i petroleterom.

Ishodi učenja:

- 1.1.1. razlikovati čiste tvari od smjesa tvari na makroskopskoj i čestičnoj razini
- 1.1.8. predložiti postupak izdvajanja tvari iz smjese na temelju poznavanja kemijskoga sastava smjese i svojstava sastojka smjese
- 1.3.1. razlikovati tvari na temelju njihovih fizikalnih svojstava
- 6.1.2. matematički izraziti traženu fizikalnu veličinu iz zadanih fizikalnih veličina u računskim zadacima
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.7. navesti kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnome životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na zdravlje i okoliš
- 6.2.8. navesti opasnosti i potrebne mjere sigurnosti tijekom rada s otrovnim, korozivnim i zapaljivim kemikalijama
- 6.2.9. prepoznati osnovne znakove opasnosti i upozorenja.

Pokus 3.

ODREĐIVANJE GUSTOĆE METALA

Zadatak: odrediti gustoće odabranih metala.

Pribor i kemikalije: četiri menzure od 25 mL, vaga, voda, pločice cinka, bakra, aluminija i olova.

Postupak:

1. izvagati metalne pločice i upisati podatke u **tablicu 8.**
2. u menzuru uliti 15 – 20 mL vode, očitati volumen ($V_1(\text{H}_2\text{O})$) i upisati podatak u **tablicu 8.**

***Napomena:** Veličinu menzure i volumen vode treba prilagoditi veličini uzorka metala.

3. uroniti pločicu cinka u menzuru, očitati volumen ($V_2(\text{H}_2\text{O} + \text{metal})$) i upisati podatak u **tablicu 8.**
4. ponoviti postupak s ostalim metalnim pločicama i upisati podatke u **tablicu 8.**
5. iz razlike očitanih volumena odrediti volumen uzorka metala ($V_3(\text{metal})$)
6. izračunati gustoće (uzorka) metalnih pločica i usporediti ih s podacima iz literature
7. izračunati relativnu pogrešku mjerenja

koristeći se izrazom $P = \frac{|\rho_i - \rho_l|}{\rho_l} \cdot 100 \%$ gdje je ρ_i eksperimentalno određena vrijednost gustoće, a ρ_l literaturna vrijednost gustoće.

Opažanja:

Tablica 8. Određivanje gustoće metala pri sobnoj temperaturi

METAL	POKUS					LITERATURA	RELATIVNA POGREŠKA MJERENJA P
	m/g	$V_1(\text{H}_2\text{O})/\text{cm}^3$	$V_2(\text{H}_2\text{O} + \text{metal})/\text{cm}^3$	$V_3(\text{metal})/\text{cm}^3$	$\rho(\text{metal})/\text{g cm}^{-3}$	$\rho(\text{metal})/\text{g cm}^{-3}$	
Zn							
Al							
Cu							
Pb							

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Na temelju određenih gustoća procijenite pripadaju li promatrani metali lakim ili teškim metalima.
2. Usporedite izmjerene gustoće metala s podacima iz literature i izračunajte relativnu pogrešku mjerenja.
3. Na temelju podataka iz literature zaključite kako se mijenjaju vrijednosti gustoće metala u periodi, a kako u skupini periodnoga sustava elemenata.
4. Razmislite ovisi li gustoća metala o masi uzorka.
5. Zaključite je li gustoća tvari intenzivno ili ekstenzivno svojstvo.
6. Predložite metodu određivanja gustoće uzoraka plina i tekućine.

Ishodi učenja:

- 1.3.1. razlikovati tvari na temelju njihovih fizikalnih svojstava
- 1.3.3. izračunati gustoću, volumen ili masu uzorka tvari na temelju zadanih podataka
- 6.1.1. izraziti istu fizikalnu veličinu različitim mjernim jedinicama
- 6.1.2. matematički izraziti traženu fizikalnu veličinu iz zadanih fizikalnih veličina u računskim zadacima
- 6.1.3. razlikovati konstante i varijable u algebarskim izrazima
- 6.1.4. razlikovati intenzivna i ekstenzivna svojstva tvari
- 6.2.2. navesti osnovne laboratorijske tehnike i pribor za točno određivanje volumena, mase i temperature
- 6.3.1. koristiti se pravilima za određivanje značajnih znamenka pri iskazivanju rezultata
- 6.3.2. analizirati mjernu nesigurnost (točnost, preciznost i pouzdanost mjerenja).

Pokus 4.

TOPLJIVOST SOLI U VODI

Zadatci: odrediti topljivost odabrane soli u vodi pri različitim temperaturama, prikazati grafički ovisnost topljivosti te soli o temperaturi.

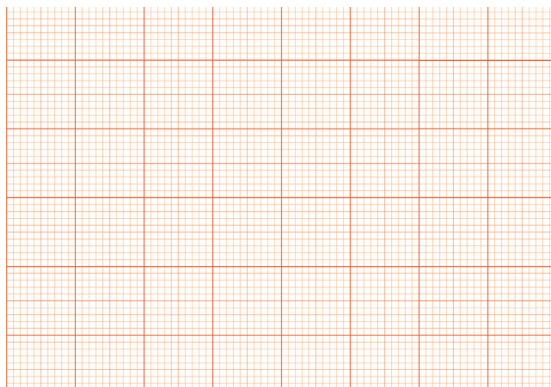
Pribor i kemikalije: epruveta, stalak za epruvete, vaga, termometar, plamenik, šibice, menzura od 10 mL, boca štrcaljka, drvena hvataljka za epruvetu, destilirana voda, sol (ili ostale soli no u tom je slučaju potrebno prilagoditi masu soli i volumen vode prema podacima o topljivosti soli: kalijev klorid, natrijev acetat ili kalijev hidrogensulfat).

Mjere opreza: Tijekom rada potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama.

Postupak:

1. u epruveti otopiti 4,0 g kalijeva nitrata u 2,5 mL destilirane vode (pretpostavite da je gustoća vode 1 g/mL).
2. epruvetu uhvatiti drvenom hvataljkom i njezin sadržaj oprezno zagrijavati slabim plamenom
3. kada se sol potpuno otopi, mjeriti temperaturu dok se otopina hladi
4. kada se primijeti pojava prvih kristalića, zabilježiti temperaturu u **tablicu 9**.
5. ponoviti postupak mjerenja još tri puta dodajući u istu epruvetu po 2,5 mL vode, nakon svakoga dodavanja vode ponovno zagrijati smjesu dok se ne otope kristali, polako hladiti i odrediti temperaturu pri kojoj se kristali pojavljuju

6. na temelju dobivenih podataka izračunati topljivost soli u vodi, topljivost izraziti masenim udjelima soli u zasićenoj otopini, w_{sat} (sol)
7. grafički prikazati ovisnost topljivosti w_{sat} (sol) o temperaturi na milimetarskome papiru.



Slika 2. Maseni udio soli u zasićenoj otopini pri različitim temperaturama

Opažanja:

Tablica 9. Topljivost soli u vodi pri različitim temperaturama

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

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Na temelju opažanja tijekom pokusa objasnite pojam topljivosti tvari i utjecaj temperature na topljivost tvari.
2. Iz dobivenoga dijagrama očitajte topljivost soli pri 20 °C, 40 °C i 60 °C.
3. Izračunajte masu odabrane soli koju treba otopiti u 200 g vode da bi se priredila zasićena otopina te soli pri 25 °C. Potrebne podatke očitajte iz rezultata pokusa prikazanih na dijagramu.
4. Izračunajte masu odabrane soli koja će se istaložiti hlađenjem 500 g zasićene otopine te soli s temperature 40 °C na temperaturu 20 °C. Potrebne podatke očitajte iz rezultata pokusa prikazanih na dijagramu.
5. Povežite množinsku koncentraciju otopljene soli u zasićenoj otopini s ravnotežnom konstantom otapanja te soli. Napišite izraz za ravnotežnu konstantu otapanja soli pomoću množinske koncentracije otopljene soli.
6. Zaključite je li proces otapanja korištene soli egzoterman ili endoterman.
7. Navedite prijenose energije do kojih dolazi tijekom zagrijavanja epruvete s otopinom i neotopljenim kristalima soli:
 - A. između sustava i okoline
 - B. u sustavu.
8. Na temelju promjene temperature pri otapanju soli u vodi razmislite što se događa s energijom sustava, a što s energijom okoline.
9. Prikažite entalpijskim dijagramom energetske promjene pri otapanju soli u vodi.
10. Predložite postupak kojim se može ustanoviti je li neka otopina nezasićena, zasićena ili prezasićena.

Ishodi učenja:

- 1.1.7. izračunati kvantitativni sastav smjese tvari na temelju zadanih podataka
- 1.1.10. primijeniti kemijski račun za pripremu otopine zadanoga sastava razrjeđivanjem otopine ili otapanjem čvrste tvari
 - 1.3.1. razlikovati tvari na temelju njihovih fizikalnih svojstava
- 3.2.1. razlikovati sustav od okoline te načine izmjene tvari i energije između sustava i okoline (toplina i rad)
- 3.2.2. razlikovati egzotermne i endotermne promjene
- 3.2.3. navesti energetske promjene do kojih dolazi tijekom promjene agregacijskoga stanja ili tijekom kemijske reakcije
- 3.2.8. prikazati entalpijskim dijagramom energetske promjene pri otapanju čvrste tvari u vodi u odnosu na entalpije razaranja kristalne strukture i hidratacije
- 5.2.5. predvidjeti utjecaj temperature na topljivost soli u vodi na temelju energetskih promjena tijekom otapanja
- 5.2.6. razlikovati sljedeće pojmove: nezasićena, zasićena i prezasićena otopina
- 5.2.7. izračunati najveću masu soli koju je moguće otopiti u određenoj količini vode pri danoj temperaturi na temelju podatka o sastavu zasićene otopine
- 5.2.8. iskazati topljivost masenim udjelom, masenom koncentracijom ili množinskom koncentracijom soli u zasićenoj otopini

- 5.2.9. izračunati na temelju podataka o topljivosti i o masi dodane soli u određenu količinu otapala je li otopina nezasićena, prezasićena ili zasićena
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.6. zaključiti o fizikalnim i kemijskim svojstvima sudionika reakcije na temelju navedenih opisa ili rezultata pokusa
- 6.4.2. izraditi odgovarajući grafički prikaz na temelju zadanih podataka
- 6.4.3. analizirati vrijednosti na grafičkome prikazu.

Pokus 5.

PRIPREMA OTOPINA ZADANIH KONCENTRACIJA RAZRJEĐIVANJEM I OTAPANJEM ČVRSTIH TVARI U OTAPALU

Pokus 5.1.

PRIPREMA VODENE OTOPINE OCTENE KISELINE MNOŽINSKE KONCENTRACIJE $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ RAZRJEĐIVANJEM

Zadatak: pripremiti vodenu otopinu octene kiseline množinske koncentracije $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ razrjeđivanjem iz otopine octene kiseline veće množinske koncentracije.

Pribor i kemikalije: odmjerne tikvica od 100 mL, menzura od 100 mL, lijevak, boca štrcaljka, alkoholni ocat ($w = 9 \%$, $\rho = 1,01 \text{ g cm}^{-3}$), destilirana voda.

Mjere opreza: Tijekom rada potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama.

Postupak:

1. izračunati volumen alkoholnoga octa ($w = 9 \%$, $\rho = 1,01 \text{ g cm}^{-3}$) potrebnoga za pripremu 100 mL otopine octene kiseline koncentracije $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$
2. menzurom odmjeriti potreban volumen 9 %-tne otopine octene kiseline i uliti je preko lijevka u odmjernu tikvicu, lijevak isprati destiliranom vodom prikupljajući otopinu u tikvicu
3. tikvicu dopuniti destiliranom vodom do oznake, začepiti i dobro izmiješati višestrukim okretanjem odmjerne tikvice.

Pokus 5.2.

**PRIPREMA VODENE OTOPINE
NATRIJEVA ACETATA KONCENTRACIJE
1,0 mol dm⁻³ OTAPANJEM ČVRSTOGA UZORKA
NATRIJEVA ACETATA U VODI**

Zadatak: pripremiti vodenu otopinu natrijeva acetata koncentracije 1,0 mol dm⁻³ otapanjem čvrstoga uzorka natrijeva acetata u vodi.

Pribor i kemikalije: odmjerna tikvica od 100 mL, čaša od 100 mL, posudica za vaganje (ili plastična čaša), lijevak, vaga, boca štrcaljka, destilirana voda, natrijev acetat.

Mjere opreza: Tijekom rada potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama.

Postupak:

1. izračunati masu natrijeva acetata potrebnu za pripremu 100 mL otopine množinske koncentracije 1,0 mol dm⁻³
2. posudicu s natrijevim acetatom izvagati i zabilježiti masu (m1)
3. u odmjernu tikvicu postaviti lijevak te iz posudice odsipati potrebnu količinu soli
4. posudicu ponovno izvagati i zabilježiti masu (m2)
5. iz razlike masa posudice prije i nakon odsipavanja izračunati masu odsipane soli (m3)
6. sol zaostalu na lijevku isprati destiliranom vodom prikupljajući otopinu u odmjernu tikvicu
7. ukloniti lijevak nakon ispiranja, a u tikvicu uliti destiliranu vodu do polovice njezina volumena, tikvicu začepiti i snažnim mućkanjem otopiti sol

8. kada je sav natrijev acetat otopljen, u otopinu dodati destiliranu vodu do oznake na tikvici, začepiti je i dobro izmiješati višestrukim okretanjem odmjerne tikvice.

Smjernice prilikom izvođenja pokusa 5.1. i 5.2.:

1. Navedite i opišite odmjerno posuđe korišteno u pokusima 5.1. i 5.2.
2. Opišite laboratorijski postupak pripreme otopine zadanoga sastava razrjeđivanjem.
3. Opišite laboratorijski postupak pripreme otopine zadane množinske koncentracije otapanjem čvrste tvari.
4. Opišite laboratorijski postupak pripreme otopine zadanoga masenog udjela otapanjem čvrste tvari.
5. Prepoznajte koja je vrsta vage korištena za pripremanje otopina koje se nalaze u bocama s naljepnicama:
 - A. $w(\text{NaCl}) = 9 \%$
 - B. $c(\text{NaCl}) = 1,0128 \text{ mol dm}^{-3}$.
6. Uočite promjenu temperature u tikvici tijekom otapanja čvrstoga natrijeva acetata u vodi i zaključite je li otapanje natrijeva acetata endoterman ili egzoterman proces.
7. Razmislite je li pripremljena otopina natrijeva acetata u opisanome pokusu nezasićena, zasićena ili prezasićena.
8. Procijenite utjecaj temperature na volumen vode i razmislite o greškama pri pripremi otopine točno određene množinske koncentracije.

Ishodi učenja pokusa 5.1. i 5.2.:

- 1.1.10. primijeniti kemijski račun za pripremu otopine zadanoga sastava razrjeđivanjem ili otapanjem čvrste tvari
- 1.3.5. procijeniti utjecaj temperature na odabrano fizikalno svojstvo fluida (npr. gustoću, viskoznost, volumen)
- 2.1.2. izračunati brojnost, množinu tvari i molarnu masu na temelju zadanih podataka
- 3.2.2. razlikovati egzotermne i endotermne promjene
- 5.2.6. razlikovati pojmove nezasićene, zasićene i prezasićene otopine
- 6.1.2. matematički izraziti traženu fizikalnu veličinu iz zadanih fizikalnih veličina u računskim zadacima
- 6.2.3. predložiti laboratorijski postupak pripreme otopine zadanoga sastava razrjeđivanjem ili otapanjem čvrste tvari
- 6.2.7. navesti kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnome životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na zdravlje i okoliš
- 6.3.1. koristiti se pravilima za određivanje značajnih znamenka pri iskazivanju rezultata
- 6.3.2. procijeniti točnost izmjerene vrijednosti.

Pokus 6.

REAKCIJA BAKRA I SUMPORA

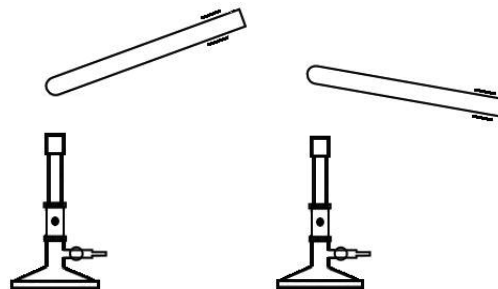
Zadatak: reakcijom bakra i sumpora dobiti bakrov(I) sulfid.

Pribor i kemikalije: epruveta, drvena hvataljka za epruvetu, plamenik, šibice, vaga, tanke bakrene žice, sumpor u prahu.

Mjere opreza: Tijekom rada potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama.

Postupak:

1. u epruvetu staviti 2,00 g tankih bakrenih žica i 0,75 g sumporova praha, epruvetu malo nakositi otvorom prema gore (**slika 3.1.**) i sadržaj zagrijavati dok se bakar ne zažari
2. epruvetu okrenuti u malo nagnutome položaju s otvorom prema dolje i zagrijavati dok se sumpor ne odvoji od produkta (**slika 3.2.**), epruvetu ostaviti u istome položaju dok se njezin sadržaj ne ohladi
3. ohlađeni produkt reakcije istresti iz epruvete na izvaganu papirnatu lađicu, ponovno izvagati i zabilježiti masu nastaloga produkta.



Slika 3.1. Epruveta nagnuta s otvorom prema gore

Slika 3.2. Epruveta nagnuta s otvorom prema dolje

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Opišite promjene tijekom zagrijavanja sumpora.
2. Nakon vaganja usporedite boju i savitljivost polaznih tvari i produkta.
3. U opisanome je postupku konačni produkt sinteze bakrov(I) sulfid. Reakcijom bakra i sumpora prvo nastaje bakrov(II) sulfid koji daljnjim žarenjem prelazi u bakrov(I) sulfid i sumpor. Opisane promjene prikažite jednadžbama kemijskih reakcija.
4. Izračunajte i zaključite koji je reaktant mjerodavan, a koji je u suvišku.
5. Na temelju mase mjerodavnoga reaktanta izračunajte masu bakrova(I) sulfida koji bi mogao nastati opisanom reakcijom.
6. Izračunajte iskorištenje reakcije.
7. Odredite oksidacijske brojeve atoma u reaktantima i produktu opisane kemijske reakcije.
8. Odredite oksidacijsko i reduksijsko sredstvo u opisanoj kemijskoj reakciji.
9. Napišite jednadžbe polureakcija za oksidaciju i redukciju te ukupnu jednadžbu opisane kemijske reakcije.
10. Uočite znakove opasnosti i upozorenja na bočici sa sumporom.

Ishodi učenja:

- 1.1.1. razlikovati čiste tvari od smjese tvari
- 1.1.2. razlikovati elementarne tvari od kemijskih spojeva
- 1.1.5. odrediti empirijsku i molekulsku formulu na temelju rezultata kemijske analize
- 1.3.1. razlikovati tvari na temelju njihovih fizikalnih svojstava
- 2.1.3. izračunati množinu, masu ili volumen utrošenoga reaktanta i/ili nastaloga produkta na temelju zadanih podataka za promjenu opisanu jednadžbom kemijske reakcije
- 2.1.5. odrediti mjerodavan reaktant i reaktant u suvišku na temelju podataka o količini reaktanata u reakcijskome sustavu
- 2.1.6. izračunati iskorištenje kemijske reakcije
- 2.2.2. napisati jednadžbu kemijske reakcije analize i/ili sinteze
- 2.2.3. predvidjeti reaktante i produkte kemijskih reakcija anorganskih spojeva
- 2.2.4. prikazati jednadžbama kemijskih reakcija tipične reakcije anorganskih spojeva (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja)
- 2.2.7. odrediti oksidacijski broj atoma u zadanome primjeru
- 2.2.8. povezati pojmove oksidacije i redukcije s promjenom oksidacijskoga broja atoma u anorganskim i organskim spojevima
- 2.2.9. odrediti oksidacijsko i reduksijsko sredstvo u zadanome primjeru kemijske reakcije

- 2.2.10. napisati jednadžbe polureakcija za oksidaciju i redukciju te ukupnu jednadžbu redoks-reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) za zadani redoks-proces
- 6.2.1. prepoznati uobičajeni kemijski pribor na crtežu
- 6.2.2. navesti osnovne laboratorijske tehnike i pribor za točno određivanje volumena, mase i temperature
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedenoga opisa promjene
- 6.2.6. zaključiti o fizikalnim i kemijskim svojstvima sudionika reakcije na temelju navedenih opisa ili rezultata pokusa
- 6.2.8. navesti opasnosti i potrebne mjere sigurnosti tijekom rada s otrovnim, korozivnim i zapaljivim kemikalijama
- 6.2.9. prepoznati osnovne znakove opasnosti i upozorenja.

Pokus 7.

SVOJSTVA AMONIJEVA KLORIDA

Zadatci: ispitati topljivost amonijeva klorida u vodi, odrediti pH-vrijednost vodene otopine amonijeva klorida i ispitati termičku stabilnost čvrstoga amonijeva klorida.

Pribor i kemikalije: dvije epruvete, stalak za epruvete, žličica, stakleni štapić, satno staklo, termometar, plamenik (ili svijeća), šibice, drvena hvataljka za epruvetu, kapaljka, amonijev klorid, destilirana voda, univerzalni indikatorski papir, vata.

Mjere opreza: Tijekom rada potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama. Pokus treba izvesti u digestoru ili uz otvoreni prozor.

Postupak:

1. u epruvetu **1** uliti oko 1 mL destilirane vode i izmjeriti temperaturu vode
2. dodati malu žličicu amonijeva klorida, promiješati termometrom i očitati temperaturu
3. kap otopine amonijeva klorida nanijeti staklenim štapićem na univerzalni indikatorski papir i očitati pH-vrijednost otopine
4. u epruvetu **2** staviti pola žličice amonijeva klorida, epruvetu začepiti s malo vate i dno epruvete zagrijati u plamenu.

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Jednadžbom kemijske reakcije prikažite otapanje amonijeva klorida u vodi.

2. Napišite koncentracijsku konstantu ravnoteže otapanja amonijeva klorida u vodi.
3. Koncentracijska konstanta otapanja amonijeva klorida u vodi pri 25 °C iznosi $30,9 \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$. Izračunajte množinsku koncentraciju amonijeva klorida u zasićenoj vodenoj otopini pri 25 °C.
4. Na temelju promjene temperature u sustavu pri otapanju amonijeva klorida u vodi zaključite je li taj proces egzoterman ili endoterman.
5. Navedite prijenose energije do kojih dolazi tijekom otapanja amonijeva klorida u vodi:
 - A. između sustava i okoline
 - B. u sustavu.
6. Na temelju promjene boje indikatorskoga papira zaključite u kojemu je području pH-vrijednost otopine amonijeva klorida.
7. Jednadžbom kemijske reakcije prikažite hidrolizu u vodenoj otopini amonijeva klorida.
8. Zaključite koje su jedinke u reakciji hidrolize amonijeva klorida Brønsted-Lowryjeve kiseline, a koje Brønsted-Lowryjeve baze.
9. Prikažite strukture jedinka u reakciji hidrolize amonijeva klorida Lewisovim simbolima.
10. Opišite i objasnite promjene tijekom zagrijavanja amonijeva klorida.
11. Jednadžbom kemijske reakcije prikažite promjenu nastalu zagrijavanjem amonijeva klorida.
12. Razmislite kojoj vrsti kristala pripadaju kristali amonijeva klorida.

13. Predvidite građu molekule amonijaka i amonijeva iona na temelju VSEPR metode.
14. Objasnite i prikažite jednadžbom promjenu do koje dolazi u hladnome gornjem dijelu epruvete u pokusu.

Ishodi učenja:

- 1.2.8. prikazati Lewisove simbole atomskih vrsta te strukturne formule anorganskih i organskih molekula i iona
- 1.2.10. predvidjeti prostornu građu molekule na temelju VSEPR metode
- 1.3.1. razlikovati tvari na temelju njihovih fizikalnih svojstva
- 2.2.3. predvidjeti reaktante i produkte kemijskih reakcija anorganskih spojeva
- 2.2.4. prikazati jednadžbama kemijskih reakcija tipične reakcije anorganskih spojeva (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja)
- 3.2.2. razlikovati egzotermne i endotermne promjene
- 5.3.4. predvidjeti pH-vrijednost vodenih otopina različitih tvari
- 5.3.5. procijeniti pH-vrijednost vodene otopine na temelju promjene boje različitih indikatora ili obrnuto iz pH-vrijednosti vodene otopine procijeniti boju indikatora
- 5.3.12. razlikovati pojmove kiseline i baze u okviru Brønsted-Lowryjeve teorije

- 5.3.13. odrediti koja je jedinka Brønsted-Lowryjeva kiselina, a koja je Brønsted-Lowryjeva baza u zadanome primjeru
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedenoga opisa promjene
- 6.2.6. zaključiti o fizikalnim i kemijskim svojstvima sudionika reakcije na temelju navedenih opisa ili rezultata pokusa.

Pokus 8.

SVOJSTVA UGLJIKOVA(IV) OKSIDA

Zadatci: otapanjem kalcijeva karbonata (iz ljuške jajeta ili vapnenca) u klorovodičnoj kiselini proizvesti ugljikov(IV) oksid, ispitati topljivost ugljikova(IV) oksida u vodi i odrediti pH-vrijednost vodene otopine ugljikova(IV) oksida, vapnenom vodom dokazati prisutnost ugljikova(IV) oksida.

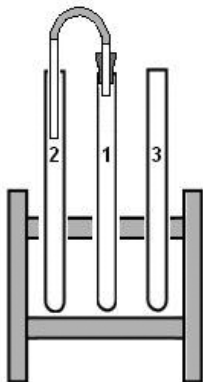
Pribor i kemikalije: tri epruvete, stalak za epruvete, tri kapaljke (ili menzura, injekcijska štrcaljka), čep za epruvetu s provučenom staklenom cjevčicom i gumenom cjevčicom na drugome kraju (**slika 4.**), dva čepa za epruvetu, stakleni štapić, slamčica, ljuška jajeta ili kamenčić vapnenca iz bojlera, 19 %-tna otopina klorovodične kiseline, vapnena voda, univerzalni indikatorski papir.

Mjere opreza: Tijekom rada s vapnenom vodom i klorovodičnom kiselinom potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama.

Postupak:

1. epruvete označiti brojevima **1, 2 i 3** i staviti ih u stalak sljedećim redom: **2, 1, 3**
2. u epruvetu **1** ubaciti komadiće ljuške jajeta ili kamenčiće vapnenca, u epruvetu **2** kapaljkom uliti oko 1 mL destilirane vode, a u epruvetu **3** kapaljkom uliti oko 1 mL vapnene vode

- u epruvetu **1** kapaljkom uliti oko 5 mL 19 %-tne otopine klorovodične kiseline, epruvetu **1** odmah začepiti čepom s provučenom staklenom cjevčicom, slobodni kraj gumene cjevčice staviti u prostor epruvete **2** (**slika 4.**)



Slika 4. Ispitivanje svojstva ugljikova(IV) oksida

- nakon jedne minute gumenu cjevčicu iz epruvete **2** premjestiti u epruvetu **3**, a epruvetu **2** odmah začepiti i dobro protresti
- univerzalnim indikatorskim papirom odrediti pH-vrijednost otopine u epruveti **2** i pH-vrijednost destilirane vode
- nakon jedne minute izvaditi gumenu cjevčicu iz epruvete **3**, epruvetu začepiti i dobro protresti
- u tekućinu u epruveti **3** upuhivati izdahnuti zrak slamčicom do uočljive promjene.

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

- Opišite promjene izazvane djelovanjem octa na ljusku jajeta u epruveti 1.
- Opišite promjene u epruvetama 2 i 3.
- Prilikom izvođenja pokusa plin koji nastaje reakcijom u epruveti 1 uvodi se u epruvete 2 i 3. Pritom nije potrebno začepiti epruvete 2 i 3. Zašto? Na temelju pokusa usporedite gustoću nastalog plina i gustoću zraka.
- Na temelju jednadžbe stanja idealnoga plina izvedite izraz za izračunavanje gustoće plina iz molarne mase pri zadanome tlaku i temperaturi te izračunajte gustoću nastalog plina i gustoću zraka. Pretpostavite da je molarna masa zraka 29 g mol⁻¹, temperatura 25 °C, a tlak 1 bar.
- Nastale promjene u epruvetama 1 i 2 prikažite jednadžbama kemijskih reakcija. Napišite oznake agregacijskih stanja svih tvari koje sudjeluju u reakciji i imenujte produkte kemijskih reakcija.
- Usporedite promjene u epruveti 3 nakon uvođenja:
 - plina nastalog reakcijom u epruveti 1
 - zraka iz daha.
 Nastale promjene prikažite jednadžbama kemijskih reakcija. Napišite oznake agregacijskih stanja svih tvari koje sudjeluju u reakciji i imenujte produkte kemijskih reakcija.
- Izračunajte volumen ugljikova(IV) oksida koji se može dobiti otapanjem 100 g kalcijeva karbonata u 1 L klorovodične kiseline

množinske koncentracije $5,26 \text{ mol L}^{-1}$ pri 0°C i $101\,325 \text{ Pa}$.

8. Odgovorite kojom su vrstom kemijskih veza povezani atomi kisika i ugljika u molekuli ugljikova(IV) oksida.
9. Strukturu molekule ugljikova(IV) oksida prikažite Lewisovom simbolikom.
10. Predvidite prostornu građu molekule ugljikova(IV) oksida.
11. Uočite znakove opasnosti i upozorenja na bočici s klorovodičnom kiselinom.

* **Napomena:** Ljusku jajeta najvećim dijelom izgrađuje kalcijev karbonat.

Ishodi učenja:

- 1.1.2. razlikovati elementarne tvari od kemijskih spojeva
- 1.2.8. procijeniti vrstu kemijske veze na temelju razlike elektronegativnosti povezanih atoma
- 1.2.9. prikazati Lewisovom simbolikom atomske vrste te strukturu anorganskih i organskih molekula i iona
- 1.2.10. predvidjeti prostornu građu molekule na temelju VSEPR metode
- 1.3.6. primijeniti jednadžbu stanja idealnoga plina
- 2.1.1. označiti agregacijska stanja reaktanata i produkata u jednadžbi kemijske reakcije
- 2.2.3. predvidjeti reaktante i produkte kemijskih reakcija anorganskih spojeva
- 2.2.4. jednadžbama kemijskih reakcija prikazati karakteristične reakcije kiselina, baza i soli

2.2.5. napisati tipične reakcije za dokazivanje anorganskih spojeva (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja)

- 3.1.1. razlikovati tri temeljne vrste kemijskih veza (ionsku, kovalentnu i metalnu vezu)
- 5.3.4. predvidjeti pH-vrijednost vodenih otopina različitih tvari
- 5.3.5. procijeniti pH-vrijednost vodene otopine na temelju promjene boje različitih indikatora ili obrnuto iz pH-vrijednosti vodene otopine procijeniti boju indikatora
- 6.2.1. prepoznati uobičajeni kemijski pribor na crtežu
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedene opisane promjene
- 6.2.6. zaključiti o fizikalnim i kemijskim svojstvima sudionika reakcije na temelju navedenih opisa ili rezultata pokusa
- 6.2.7. navesti kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnome životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na zdravlje i okoliš
- 6.2.8. navesti opasnosti i potrebne mjere sigurnosti tijekom rada s otrovnim, korozivnim i zapaljivim kemikalijama
- 6.2.9. prepoznati osnovne znakove opasnosti i upozorenja.

Pokus 9.**DOKAZIVANJE NEZASIĆENOSTI
ORGANSKOGA SPOJA**

Zadatak: dokazati postojanje višestrukih veza u molekulama organskih spojeva prisutnih u zemnome plinu, kori limuna, smjesi etanola i vode te jestivome ulju.

Pribor i kemikalije: stalak s četirima epruvetama, gumena cjevčica s umetnutom staklenom cjevčicom na vrhu, satno staklo, dvije kapaljke (ili menzura, injekcijska štrcaljka), razrijeđena jodna voda, zemni plin (ili plin iz plinske kartuše), kora limuna ili naranče, etanol, jestivo ulje.

Mjere opreza: Tijekom rada potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama.

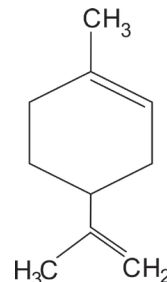
Postupak:

1. epruvete označiti brojevima od **1** do **4** i u svaku uliti po 1 mL jodne vode
2. u jodnu vodu u epruveti **1** gumenom cjevčicom nekoliko sekundi uvoditi zemni plin, izvaditi gumenu cjevčicu iz epruvete i zatim **odmah zatvoriti dovod plina**, uočiti promjene
3. nacijediti sok kore limuna ili naranče struganjem po rubu satnoga stakla, sok uliti u epruvetu **2** i protresti sadržaj epruvete, uočiti promjene
4. u epruvetu **3** uliti plastičnom kapaljkom oko 1 mL etanola, sadržaj u epruveti **3** protresti, uočiti promjene
5. u epruvetu **4** uliti kapaljkom oko 1 mL ulja, sadržaj u epruveti **4** protresti, uočiti promjene.

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Opišite promjene boje jodne vode u epruvetama **1, 2, 3 i 4**.
2. Zaključite u kojim je epruvetama došlo do kemijske promjene.
3. Odredite kojoj vrsti kemijskih reakcija pripadaju reakcije do kojih je došlo u pokusima.

***Napomena:** Sok limunove i narančine kore sadržava spoj limonen. Na slici je prikazana njegova strukturna formula.



4. Nastale promjene prikažite jednadžbama kemijskih reakcija i imenujte produkte reakcija.

Ishodi učenja:

- 1.1.4. kvalitativno i kvantitativno analizirati kemijske simbole i kemijske formule
- 1.2.11. prikazati molekule organskih spojeva strukturnim formulama na temelju naziva spoja ili obrnuto
- 1.2.14. prepoznati funkcijske skupine u molekulama organskih spojeva

- 2.3.2. prikazati jednadžbom kemijske reakcije tipične reakcije organskih spojeva
- 2.3.3. predvidjeti reaktante i produkte kemijskih reakcija organskih spojeva
- 2.3.4. razlikovati vrste reakcija organskih spojeva (adiciju, supstituciju i eliminaciju)
- 2.3.5. razlikovati karakteristične reakcije za dokazivanje organskih spojeva
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedene opisane promjene
- 6.2.6. zaključiti o fizikalnim i kemijskim svojstvima sudionika reakcije na temelju navedenih opisa ili rezultata pokusa
- 6.2.7. navesti kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnome životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na zdravlje i okoliš.

Pokus 10.

FEHLINGOVA REAKCIJA

Zadatak: dokazati redukcijska svojstva glukoze i provjeriti je li saharoza reducirajući šećer.

Pribor i kemikalije: stalak s dvjema epruvetama, četiri kapaljke (ili menzura, injekcijska štrcaljka), čaša od 250 mL s vrućom vodom, Fehlingova otopina I, Fehlingova otopina II, otopina glukoze, otopina saharoze.

Mjere opreza: Tijekom rada s Fehlingovim reagensom potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama.

Postupak:

1. priprema Fehlingova reagensa: u epruvetu **1** uliti oko 1 mL Fehlingove otopine I i oko 1 mL Fehlingove otopine II, sadržaj epruvete protresti, otopinu podijeliti u dvije epruvete
2. u epruvetu **1** s 1 mL Fehlingova reagensa uliti oko 1 mL otopine glukoze, protresti sadržaj epruvete i zagrijati ga u vrućoj vodi
3. u epruvetu **2** s 1 mL Fehlingova reagensa uliti oko 1 mL otopine saharoze, protresti sadržaj epruvete i zagrijati ga u vrućoj vodi.

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Opišite promjene u epruvetama **1** i **2**.
2. Nacrtajte strukturu funkcijske skupine koja se dokazuje Fehlingovim reagensom.
3. Predložite reakciju kojom iz saharoze mogu nastati glukoza i fruktoza.

4. Parcijalnom jednadžbom prikažite reakciju redukcije bakrovih(II) iona u elementarni bakar.
5. Razmislite od koje tvari potječe boja nastaloga taloga nakon reakcije reducirajućega šećera Felingovim reagensom.
6. Zaključite oksidira li se ili se reducira glukoza tijekom reakcije.
7. Uočite pH-vrijednost otopine potrebne za reakciju reducirajućega šećera s ionima bakra.

Ishodi učenja:

- 1.1.4. kvalitativno i kvantitativno analizirati kemijske simbole i kemijske formule
- 1.2.11. prikazati molekule organskih spojeva strukturnim formulama na temelju naziva spoja ili obrnuto
- 1.2.13. prepoznati funkcijske skupine u molekulama organskih spojeva i obrnuto, prepoznati vrstu organskoga spoja na temelju zadane funkcijske skupine
- 1.2.14. povezati fizikalna i kemijska svojstva organskih spojeva sa strukturom njihovih molekula i vrstom funkcijske skupine
- 1.2.17. prepoznati glikozidnu vezu u disaharidu ili polisaharidu
- 1.2.19. povezati građu biološki važnih molekula s njihovom ulogom u organizmu

- 2.2.7. odrediti oksidacijski broj atoma u zadanome primjeru
- 2.2.8. povezati pojmove oksidacije i redukcije s promjenom oksidacijskoga broja atoma u anorganskim i organskim spojevima
- 2.2.9. odrediti oksidacijsko i reduksijsko sredstvo u zadanome primjeru kemijske reakcije
- 2.3.2. prikazati jednadžbom kemijske reakcije tipične reakcije organskih spojeva
- 2.3.3. predvidjeti reaktante i produkte kemijskih reakcija organskih spojeva
- 2.3.5. razlikovati karakteristične reakcije za dokazivanje organskih spojeva
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedene opisane promjene
- 6.2.6. zaključiti o fizikalnim i kemijskim svojstvima sudionika reakcije na temelju navedenih opisa ili rezultata pokusa
- 6.2.7. navesti kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnome životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na zdravlje i okoliš.

Pokus 11.

BIURET REAKCIJA

Zadatak: dokazati prisutnost (ili neprisutnost) peptidne veze u ureji, biuretu ($\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}-\text{NH}_2$) i proteinima bjelanjka jajeta.

Pribor i kemikalije: stalak s trima epruvetama, tri kapaljke (ili menzura, injekcijska štrcaljka), drvena hvataljka za epruvetu, plamenik, šibice, čaša od 250 mL, stakleni štapić, destilirana voda, ureja, vodena otopina bakrova(II) sulfata, natrijeva lužina, bjelanjak jajeta, otopina natrijeva klorida, $w(\text{NaCl}) = 0,9\%$.

Mjere opreza: Tijekom rada potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama. Biuret reagens treba pripremati kod otvorenoga prozora ili u digestoru.

Postupak:

Dokazivanje peptidne veze u ureji

1. u epruvetu **1** uliti oko 1 mL destilirane vode, na vrhu žličice dodati ureju i protresti sadržaj epruvete
2. u epruvetu **1** dodati oko 1 mL natrijeve lužine i jednu kap otopine bakrova(II) sulfata i ponovno protresti sadržaj epruvete

Priprema birueta iz ureje i dokazivanje peptidne veze u biuretu

3. u epruveti **2** zagrijavati oko 1 g ureje dok ne izađe sav amonijak (zagrijavanje traje oko 1 minutu, a izlazi li amonijak, može se provjeriti navlaženim lakmusovim papirom na otvoru epruvete)

4. čvrsti ostatak ohladiti, zatim uliti 1 mL natrijeve lužine, dodati 1 kap otopine bakrova(II) sulfata i promućkati sadržaj epruvete

Priprema otopine bjelanjka i dokazivanje peptidne veze u proteinima bjelanjka jajeta

5. u čaši razmutiti bjelanjak jajeta staklenim štapićem, a zatim dodati oko 100 mL otopine natrijeva klorida i promiješati
6. u epruvetu **3** uliti oko 1 mL otopine bjelanjka jajeta i oko 1 mL natrijeve lužine, a zatim dodati jednu kap otopine bakrova(II) sulfata te promućkati sadržaj epruvete.

***Napomena:** Pripremljenom otopinom bjelanjka može se izvesti dodatni niz pokusa s bjelančevinama: ksantoproteinska reakcija, taložne reakcije (kiselinama, solima teških metala, alkoholom) i isoljavanje.

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Opišite promjene u epruvetama **1, 2 i 3**.
2. Prikažite jednadžbom kemijske reakcije promjenu nastalu tijekom zagrijavanja ureje.
3. Prikažite jednadžbom kemijske reakcije sintezu dipeptida iz dviju molekula glicina.
4. Nacrtajte strukturu peptidne veze.
5. Navedite prehrambene namirnice koje bi dale pozitivan rezultat biuret reakcije.
6. Uočite znakove opasnosti i upozorenja na bočici s urejom.

Ishodi učenja:

- 1.1.4. kvalitativno i kvantitativno analizirati kemijske simbole i kemijske formule
- 1.2.11. prikazati molekule organskih spojeva strukturnim formulama na temelju naziva spoja ili obrnuto
- 1.2.13. prepoznati funkcijske skupine u molekulama organskih spojeva i obrnuto, prepoznati vrstu organskoga spoja na temelju zadane funkcijske skupine
- 1.2.14. povezati fizikalna i kemijska svojstva organskih spojeva sa strukturom njihovih molekula i vrstom funkcijske skupine
- 1.2.18. prikazati nastajanje peptidne veze
- 1.2.19. povezati građu biološki važnih molekula s njihovom ulogom u organizmu
- 2.3.2. prikazati jednadžbom kemijske reakcije tipične reakcije organskih spojeva
- 2.3.3. predvidjeti reaktante i produkte kemijskih reakcija organskih spojeva
- 2.3.5. razlikovati karakteristične reakcije za dokazivanje organskih spojeva
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedene opisane promjene
- 6.2.7. navesti kemijsko djelovanje tvari koje se koristi u svakodnevnome životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na zdravlje i okoliš
- 6.2.9. prepoznati osnovne znakove opasnosti i upozorenja.

Pokus 12.

UTJECAJ TEMPERATURE NA RAVNOTEŽU KEMIJSKE REAKCIJE

Zadatak: ispitati utjecaj temperature na ravnotežu reakcije tetraakvabakrova(II) kationa i kloridnih aniona.

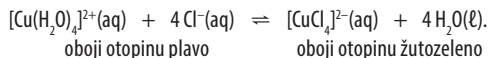
Pribor i kemikalije: stalak s trima epruvetama, dvije čaše od 250 mL, menzura od 10 mL, kapalica, dvije plastične bočice s otvorom za kapanje, vodena otopina bakrova(II) sulfata množinske koncentracije 1 mol dm^{-3} , koncentrirana klorovodična kiselina, vruća voda, led.

Mjere opreza: Tijekom rada s koncentriranom kiselinom potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama.

Postupak:

1. označiti tri epruvete brojevima **1, 2 i 3**
2. u epruvetu **1** uliti 9 mL otopine bakrova(II) sulfata i dodati oko 30 kapi (2 do 3 mL) koncentrirane klorovodične kiseline iz plastične bočice s kapaljkom do prve promjene boje otopine u plavozelenu

***Napomena:** Nakon što se doda koncentrirana klorovodična kiselina u otopinu bakrova(II) sulfata, dolazi do sljedeće kemijske reakcije:



3. sadržaj epruvete **1** razdijeliti u tri pripremljene epruvete na način da je u svakoj epruveti podjednaki volumen otopine, epruvetu broj **1** ostaviti kao kontrolnu

4. epruvetu broj **2** staviti u čašu s vrućom vodom, a epruvetu broj **3** u čašu s ledom, epruvete ostaviti u čašama nekoliko minuta, nakon toga izvaditi epruvete iz čaša i zabilježiti boje otopina u epruvetama
5. epruvete odložiti u stalak i pričekati nekoliko minuta da se temperatura u epruveti izjednači sa sobnom temperaturom, uočiti promjene boja otopina.

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Razmislite što uzrokuje promjenu boje otopina u epruvetama **2 i 3** tijekom zagrijavanja i hlađenja.
2. Na temelju opažanja i jednadžbe kemijske reakcije zaključite u kojemu se smjeru pomiče ravnoteža kemijske reakcije tijekom zagrijavanja, odnosno hlađenja otopine.
3. Prikažite jednadžbom kemijske reakcije promatranu promjenu.
4. Napišite koncentracijsku konstantu ravnoteže za reakciju tetraakvabakrova(II) kationa i kloridnih aniona.
5. Na temelju promjene boje uslijed zagrijavanja sadržaja epruvete **2** zaključite je li reakcija u smjeru nastajanja produkata endotermna ili egzotermna.
6. Odgovorite kako bi se promijenila boja otopine u epruveti **1** dodatkom suviška bakrova(II) sulfata, a kako dodatkom vode. Potom provjerite svoje pretpostavke pokusom.
7. Usporedite boju vodene otopine koja sadržava ione bakra s bojom plamena koju daju ioni bakra.

Ishodi učenja:

- 1.2.2. razlikovati električki neutralne od električki nabijenih atomskih i molekulskih vrsta
- 1.2.5. identificirati tvari bojanjem plamena na temelju rezultata pokusa
- 3.2.2. razlikovati egzotermne i endotermne promjene
- 5.1.1. prikazati sustav ravnotežne smjese jednadžbom kemijske reakcije
- 5.1.2. napisati izraz za empirijsku konstantu ravnoteže zadane kemijske reakcije i obrnuto, iz ponuđenoga izraza za empirijsku konstantu ravnoteže napisati jednadžbu kemijske reakcije
- 5.2.1. kvalitativno odrediti utjecaj različitih čimbenika na kemijsku ravnotežu
- 5.2.2. predvidjeti utjecaj dodavanja nekoga od sudionika reakcije u sustav ili uklanjanja nekoga od sudionika reakcije iz sustava na smjer kemijske reakcije i ravnotežno stanje
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedene opisane promjene.

Pokus 13.**ACETATNI PUFER**

Zadatci: pripremiti acetatni pufer i ispitati njegova svojstva.

Pribor i kemikalije: čaša od 100 mL, 3 menzure od 25 mL, 4 epruvete, 2 kapaljke, 2 bočice s kapaljkom od 25 mL, 5 staklenih štapića, otopina octene kiseline, $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, otopina natrijeva acetata, $c(\text{CH}_3\text{COONa}) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, otopina klorovodične kiseline, $c(\text{HCl}) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, otopina natrijeva hidroksida, $c(\text{NaOH}) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, destilirana voda, univerzalni indikatorski papir.

Postupak:

1. upute za pripremu otopina octene kiseline i natrijeva acetata nalaze se u pokusima 5.1. i 5.2.
2. priprema otopine pufera: u čašu uliti menzurom 20 mL otopine octene kiseline koncentracije $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ i 20 mL otopine natrijeva acetata koncentracije $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, promiješati smjesu staklenim štapićem
3. u epruvetama **1** i **2** odmjeriti menzurom po 10 mL pripremljene otopine pufera, a u epruvetama **3** i **4** po 10 mL destilirane vode
4. odrediti komadićem univerzalnoga indikatorskog papira pH-vrijednost otopine pufera u epruveti **1** i pH-vrijednost vode u epruveti **3**, očitane vrijednosti upisati u **tablicu 10**.
5. u epruvete **1** i **3** dodati po 10 kapi otopine klorovodične kiseline koncentracije $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, promiješati svaku otopinu staklenim

štapićem i univerzalnim indikatorskim papirom odrediti pH-vrijednost svake otopine, čitane vrijednosti upisati u **tablicu 10**.

6. u epruvete **2 i 4** dodati po 10 kapi otopine natrijeva hidroksida koncentracije $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, promiješati svaku otopinu staklenim štapićem i univerzalnim indikatorskim papirom odrediti pH-vrijednost svake otopine, očitane vrijednosti upisati u **tablicu 10**.

Tablica 10. Utjecaj dodavanja HCl i NaOH na pH-vrijednost acetatnoga pufera i čiste vode

EPRUVETA	ACETATNI PUFER		DESTILIRANA VODA	
	1	2	3	4
pH-vrijednost ishodne otopine		×		×
pH-vrijednost otopine nakon dodavanja 10 kapi otopine HCl koncentracije $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$		×		×
pH-vrijednost otopine nakon dodavanja 10 kapi otopine NaOH koncentracije $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$	×		×	

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Usporedite pH-vrijednosti u epruvetama 1 i 3 te u epruvetama 2 i 4 nakon dodavanja jake kiseline ili jake lužine u destiliranu vodu ili u jednaku količinu puferske otopine. Objasnite uočene promjene.

2. Jednadžbama kemijskih reakcija prikažite promjene u puferskim otopinama nakon dodavanja jake kiseline, odnosno jake lužine.
3. Na temelju opažanja i jednadžbe kemijske reakcije objasnite djelovanje pufera prilikom dodavanja jake kiseline ili jake baze u vodenu otopinu octene kiseline i natrijeva acetata.
4. Napišite koncentracijsku konstantu ravnoteže ionizacije octene kiseline.
5. Izračunajte pH-vrijednost otopine nastale miješanjem otopine octene kiseline ($c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$) i otopine natrijeva acetata ($c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$). Konstanta ionizacije octene kiseline iznosi $1,75 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.
6. Osmislite pokus kojim biste pokazali koliko bi se jake kiseline ili jake lužine moglo dodati u otopinu pufera, a da njegova pH-vrijednost ostane približno jednaka.

Ishodi učenja:

- 1.1.7. izračunati kvantitativni sastav smjese tvari na temelju zadanih podataka
- 2.1.2. izračunati brojnost, množinu tvari i molarnu masu na temelju zadanih podataka
- 5.1.1. prikazati sustav ravnotežne smjese jednadžbom kemijske reakcije
- 5.1.2. napisati izraz za empirijsku konstantu ravnoteže zadane kemijske reakcije i obrnuto, iz ponuđenoga izraza za empirijsku konstantu ravnoteže napisati jednadžbu kemijske reakcije
- 5.2.2. predvidjeti utjecaj dodavanja nekoga od sudionika reakcije u sustav ili uklanjanja

- nekoga od sudionika reakcije iz sustava na smjer kemijske reakcije i ravnotežno stanje
- 5.3.3. izračunati pH-vrijednosti i pOH-vrijednosti vodenih otopina na temelju zadanih koncentracija oksonijevih ili hidroksidnih iona
 - 5.3.4. predvidjeti pH-vrijednost vodenih otopina različitih tvari
 - 5.3.5. procijeniti pH-vrijednost vodene otopine na temelju promjene boje različitih indikatora ili obrnuto iz pH-vrijednosti vodene otopine procijeniti boju indikatora
 - 5.3.15. prikazati jednadžbom ravnotežnu reakciju u puferskoj otopini
 - 5.3.16. objasniti ulogu pufera u fiziološkim uvjetima
 - 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
 - 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedenoga opisa promjene
 - 6.2.7. navesti kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnome životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na zdravlje i okoliš.

Pokus 14.

ELEKTROLIZA VODENE OTOPINE NATRIJEVA SULFATA

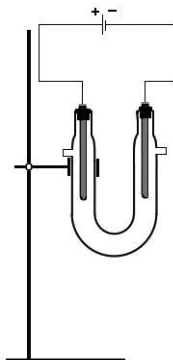
Zadatak: elektrolizom vodene otopine natrijeva sulfata rastaviti vodu na vodik i kisik.

Pribor i kemikalije: stalak, hvataljka i spojnica, U-cijev, lijevak, dvije grafitne elektrode provučene kroz čepove, vodiči (žice) s krokodil-hvataljkama, baterija od 4,5 V ili ispravljač od 4 do 6 V, dvije kapaljke, vodena otopina natrijeva sulfata, $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, indikatori metiloranž i fenolftalein.

Postupak:

1. uređaj složiti prema **slici 5**.
2. otopinu natrijeva sulfata uliti kroz lijevak u U-cijev i u otopinu uroniti elektrode
3. elektrode vodičima spojiti s polovima baterije, zabilježiti koja je elektroda spojena na pozitivan, a koja na negativan pol baterije
4. nakon otprilike 5 minuta prekinuti elektrolizu i izvaditi obje elektrode iz otopine

5. u anodni prostor dodati od 1 do 2 kapi otopine metiloranža, a u katodni prostor dodati od 1 do 2 kapi otopine fenolftaleina, zabilježiti opažanja.



Slika 5. Uređaj za elektrolizu vodene otopine natrijeva sulfata

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Promotrite promjene na elektrodama tijekom elektrolize vodene otopine natrijeva sulfata.
2. Usporedite brzine nastajanja mjehurića plina na elektrodama.
3. Na temelju promjena boja indikatora zaključite o pH-vrijednosti otopina u anodnome i katodnome prostoru.
4. Na temelju opažanja i promjena na elektrodama zaključite koji produkti nastaju elektrolizom vodene otopine natrijeva sulfata.
5. Promjene na elektrodama prikažite parcijalnim jednažbama oksidacije i redukcije te napišite jednažbu ukupne kemijske reakcije.
6. Izračunajte volumen vodika koji se može dobiti elektrolizom vode pri $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 10^5 Pa ako

člankom protječe struja jakosti 2 A tijekom 30 minuta.

7. Razmislite što se tijekom elektrolize događa s natrijevima, a što sa sulfatnim ionima.
8. Plinovi dobiveni elektrolizom vode upotrebljavaju se u gorivim člancima. Istražite učinkovitost gorivih članaka kao ekološki opravdanih izvora energije.

Ishodi učenja:

- 1.1.2. razlikovati elementarne tvari od kemijskih spojeva
- 2.2.2. napisati jednažbu kemijske reakcije analize i/ili sinteze
- 2.2.7. odrediti oksidacijski broj atoma u zadanome primjeru
- 2.2.10. napisati jednažbe polureakcija za oksidaciju i redukciju te ukupnu jednažbu redoks-reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) za zadani redoks-proces
- 3.3.1. razlikovati galvanске i elektrolizne članke
- 3.3.2. prikazati zadani elektrokemijski članak crtežom i/ili shematski
- 3.3.3. opisati promjene na elektrodama u elektrokemijskim člancima
- 3.3.5. predvidjeti moguće reakcije do kojih će doći na elektrodama zadanoga elektrokemijskog članka primjenom elektrokemijskoga (Voltina) niza
- 3.3.6. napisati jednažbe reakcija na elektrodama i/ili jednažbu ukupne reakcije u

elektrokemijskome članku (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja)

- 3.3.12. izdvojiti ekološki opravdan izvor energije temeljen na elektrokemijskim člancima
- 3.3.13. primijeniti Faradayev zakon elektrolize
- 3.3.14. povezati odnos naboja koji protječe elektroliznim člankom s promjenom mase na elektrodama ili volumenom plina razvijenoga na elektrodama
- 5.3.4. predvidjeti pH-vrijednost vodenih otopina različitih tvari

- 5.3.5. procijeniti pH-vrijednost vodene otopine na temelju promjene boje različitih indikatora ili obrnuto iz pH-vrijednosti vodene otopine procijeniti boju indikatora
- 6.2.1. prepoznati uobičajeni kemijski pribor na crtežu
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedene opisane promjene.

Pokus 15.

ELEKTROKEMIJSKI NIZ METALA

Pokus 15.1.

REAKCIJE METALA S RAZRIJEĐENOM KISELINOM

Zadatak: ispitati reaktivnost odabranih metala s razrijeđenom klorovodičnom kiselinom.

Pribor i kemikalije: stalak sa šest epruveta, otopina klorovodične kiseline, $w(\text{HCl}) = 15\%$, granule ili strugotine metala podjednake veličine (npr. magnezij, aluminij, cink, bakar, željezo, olovo).

Mjere opreza: Tijekom rada s klorovodičnom kiselinom potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama.

Postupak: u šest epruveta uliti oko 1 mL klorovodične kiseline te redom ubaciti granule ili strugotine odabranih metala, nakon toga promatrati i zabilježiti opažanja u **tablicu 11**.

***Napomena:** Razvijanje mjehurića plina u reakciji metala s kiselinom označite s plus (+) ili minus (–), a intenzitet nastajanja mjehurića plina u reakciji pojedinoga metala s kiselinom procijenite rednim brojevima počevši od **1.** za reakciju pri kojoj je nastajanje mjehurića najintenzivnije.

Tablica 11. Opažene promjene pri reakciji odabranih metala s razrijeđenom klorovodičnom kiselinom

METALI	OPAŽENE PROMJENE U REAKCIJI METALA S HCL(AQ)	
	razvijanje mjehurića	intenzitet
Fe		
Al		
Zn		
Cu		
Mg		
Pb		

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

1. Opišite opažanja tijekom reakcije metala s klorovodičnom kiselinom.
2. Usporedite intenzitet nastajanja mjehurića u epruvetama.
3. Prema intenzitetu reakcije metala s kiselinom načinite elektrokemijski niz metala na način da upisujete simbole metala počevši od metala koji je najburnije reagirao s kiselinom, a potom simbole ostalih metala prema smanjenju intenziteta reakcije.

**Reaktivnost metala
prema rezultatima pokusa**



4. Uočene kemijske promjene prikažite kemijskim jednadžbama i napišite oznake agregacijskih stanja svih reaktanata i produkata.
5. U reakciji cinka i klorovodične kiseline odredite oksidacijske brojeve atomima u svim jedinkama koje sudjeluju u toj reakciji te izjednačite jednadžbu parcijalnim reakcijama oksidacije i redukcije.
6. Prema napisanoj jednadžbi redoks-reakcije zaključite koji je reaktant reduksijsko sredstvo.
7. Prema rezultatima pokusa zaključite koji je od odabranih metala najjače, a koji najslabije reduksijsko sredstvo.
8. Usporedite rezultate pokusa s položajem odabranih metala u elektrokemijskome nizu metala (Voltinu nizu).

Pokus 15.2.

REAKCIJE METALA S OTOPLJENIM IONIMA SOLI

Zadatak: ispitati reaktivnost odabranih metala s otopljenim kationima odabranih soli.

Pribor i kemikalije: devet epruveta, razrijeđene vodene otopine soli (npr. cinkova klorida, $c(\text{ZnCl}_2) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$, bakrova(II) klorida, $c(\text{CuCl}_2) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$, srebrova nitrata, $c(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$), granule ili strugotine metala (npr. magnezij, cink, bakar).

Postupak:

1. u epruvete **1, 2 i 3** uliti po 2 mL otopine cinkova klorida
2. u epruvete **4, 5 i 6** uliti po 2 mL otopine bakrova(II) klorida
3. u epruvete **7, 8 i 9** uliti po 2 mL otopine srebrova nitrata
4. u otopine ubaciti uzorke metala i zabilježiti opažanja u **tablicu 12.**

Opažanja: Reakciju metala s ionom odabrane soli u tablici 12. označite s plus (+) ili minus (–).

Tablica 12. Opažene promjene pri reakcijama odabranih metala s otopljenim ionima soli

METALI	VODENE OTOPINE SOLI				
	$\text{ZnCl}_2(\text{aq})$	$\text{CuCl}_2(\text{aq})$	$\text{AgNO}_3(\text{aq})$		
Mg					
Zn					
Cu					

Smjernice prilikom izvođenja pokusa 15.2.:

1. Opišite opažanja u epruvetama.
2. Objasnite svoja opažanja i zaključite u kojim je epruvetama došlo do kemijske promjene.
3. Usporedite rezultate pokusa s položajem redoks-para metal/ion metala u Voltinu nizu.
4. U literaturi pronađite točne podatke za standardne elektrodne potencijale promatranih parova metal/ion metala i usporedite ih rezultatima pokusa.
5. Prikažite jednadžbama kemijskih reakcija moguće promjene u otopinama. Označite agregacijska stanja svih sudionika reakcije.
6. Za jednu od mogućih reakcija napišite parcijalne reakcije oksidacije i redukcije.
7. Prema napisanoj jednadžbi redoks-reakcije zaključite koji je reaktant redukcijsko, a koji oksidacijsko sredstvo.

Ishodi učenja pokusa 15.1. i 15.2.:

- 1.1.4. kvalitativno i kvantitativno analizirati kemijske simbole i kemijske formule
- 1.2.2. razlikovati električki neutralne od električki nabijenih atomskih i molekulskih vrsta
- 2.2.3. predvidjeti reaktante i produkte kemijskih reakcija anorganskih spojeva
- 2.2.4. prikazati jednadžbama kemijskih reakcija tipične reakcije anorganskih spojeva (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja)

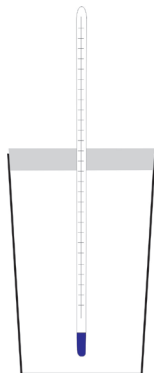
- 2.2.7. odrediti oksidacijski broj atoma u zadanome primjeru
- 2.2.8. povezati pojmove oksidacije i redukcije s promjenom oksidacijskoga broja atoma u anorganskim i organskim spojevima
- 2.2.9. odrediti oksidacijsko i redukcijsko sredstvo u zadanome primjeru kemijske reakcije
- 2.2.10. napisati jednadžbe polureakcija za oksidaciju i redukciju te ukupnu jednadžbu redoks-reakcije(s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) za zadani redoks-proces
- 3.3.5. predvidjeti moguće reakcije do kojih će doći između zadanih tvari primjenom elektrokemijskoga (Voltina) niza
- 3.3.7. napisati jednadžbe kemijskih reakcija do kojih će doći između zadanih tvari (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju elektrokemijskoga (Voltina) niza
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedene opisane promjene
- 6.2.7. navesti kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnome životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na zdravlje i okoliš.

Pokus 16.

ENTALPIJA OTAPANJA TVARI

Zadatak: odrediti reakcijsku entalpiju otapanja odabrane tvari u vodi.

Pribor i kemikalije: čaša od stiropora od 200 mL (jednostavni kalorimetar), poklopac za čašu od stiropora ili debljega kartona, vaga, menzura od 100 mL, tarionik s tučkom, termometar, zaporni sat, uzorak tvari (npr. kalcijev klorid, amonijev klorid ili limunska kiselina), destilirana voda.



Slika 6. Crtež jednostavnoga kalorimetra

Postupak:

1. složiti jednostavni kalorimetar prema **slici 6.**, od tanjega stiropora ili kartona izrezati poklopac veličine otvora čaše i probušiti rupicu za termometar

2. sav pribor i kemikalije ostaviti na sobnoj temperaturi dalje od izvora svjetlosti ili topline dok im se temperature ne izjednače
3. izračunati masu tvari koja odgovara množini od 0,02 mola, uzorak usitniti u tarioniku i prebaciti ga u suhu epruvetu, a epruvetu začepiti čepom, epruvetu s uzorkom i čepom izvagati (točnost vaganja 0,01 g), podatke vaganja bilježiti u **tablicu 13.**

Tablica 13. Određivanje mase vode i mase uzorka potrebnih za kalorimetrijski pokus

m1(čaše)/g	
m2(čaše s vodom)/g	
m3(epruvete s uzorkom)/g	
m4(epruvete)/g	
m(H ₂ O)/g	
m(uzorka)/g	

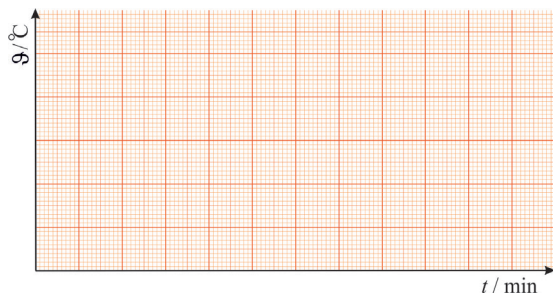
4. izvagati čašu od stiropora (točnost vaganja 0,01 g), uliti u čašu oko 50 mL vode te čašu s vodom ponovno izvagati, razlika u odvagama jest masa vode u kalorimetru
5. u **tablicu 14.** svakih pola minute bilježiti vrijednosti izmjerenih temperatura vode, mjerenja provoditi 3 do 6 minuta

* **Napomena:** Tijekom mjerenja ne smije se vaditi termometar iz otopine.

Tablica 14. Temperatura u kalorimetru prije, tijekom i nakon otapanja odabrane tvari u vodi

t/min									
ϑ /°C									
t/min									
ϑ /°C									

- * **Napomena:** Uobičajena je oznaka za Celsiusovu temperaturu i vrijeme ista (t). Da bi se razlikovale mjerene veličine, temperatura je označena malim grčkim slovom theta (ϑ).
- nakon 3 do 6 minuta podignuti poklopac i u vodu dodati sav sadržaj tvari iz epruvete, poklopac vratiti na mjesto i polagano miješati termometrom da se sav uzorak otopi i bilježiti temperaturu otopine svakih pola minute još 3 do 6 minuta
 - začepljenu epruvetu ponovno izvagati (točnost 0,01 g), razlika u odvagama epruveta jest masa uzorka dodanoga u kalorimetar
 - mjerjenja prikazati grafički na milimetarskome papiru kao ovisnost temperature u kalorimetru o vremenu (termogram)



Slika 7. Termogram otapanja odabrane tvari u vodi

- na temelju grafičkoga prikaza odrediti promjenu temperature u kalorimetru uslijed otapanja odabrane tvari
- izračunati toplinski kapacitet kalorimetra uz pretpostavku da toplinskomu kapacitetu kalorimetra pridonosi jedino voda te da je toplinski kapacitet otopine jednak toplinskomu kapacitetu vode, specifični toplinski kapacitet vode iznosi $4,19 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$
- izračunati toplinu koja bi se izmijenila s okolinom tijekom otapanja odabrane tvari u vodi
- iz napretka (dosega) reakcije i izmijenjene topline izračunati reakcijsku entalpiju otapanja odabrane tvari.

Smjernice prilikom izvođenja pokusa:

- Prikažite otapanje odabrane tvari termokemijskom jednadžbom.
- Na temelju grafičkoga prikaza odredite promjenu temperature uslijed reakcije otapanja (Δt) i zaključite je li otapanje odabrane čvrste tvari egzotermna ili endotermna promjena.
- Objasnite energetske promjene pri otapanju čvrste tvari u vodi.
- Usporedite izmjerenu vrijednost reakcijske entalpije otapanja korištene soli s podatkom pronađenim u literaturi.
- Izračunajte relativnu pogrešku koristeći se

$$\text{izrazom } P = \frac{|\Delta_r H_i - \Delta_r H_t|}{\Delta_r H_t} \cdot 100 \%$$

gdje je $\Delta_r H$ eksperimentalno određena

vrijednost entalpije, a $\Delta_r H_t$ literaturna vrijednost reakcijske entalpije.

6. Razmislite kako povećanje temperature utječe na topljivost promatrane tvari u vodi.
7. Na temelju vrijednosti reakcijske entalpije otapanja tvari dobivene pokusom 16. izračunajte reakcijsku entalpiju kristalizacije te tvari ($-\Delta_{\text{sol}} H$) pri istoj temperaturi.

Ishodi učenja:

- 1.1.7. izračunati kvantitativni sastav smjese tvari na temelju zadanih podataka
- 3.2.1. razlikovati sustav od okoline te načine izmjene tvari i energije između sustava i okoline (toplina i rad)
- 3.2.2. razlikovati egzotermne i endotermne promjene
- 3.2.3. navesti energijske promjene do kojih dolazi tijekom promjene agregacijskoga stanja ili tijekom kemijske reakcije
- 3.2.4. izračunati reakcijsku entalpiju na temelju zadane izmijenjene topline (promjene entalpije) tijekom kemijske reakcije i množine utrošenoga reaktanta (ili nastaloga produkta)
- 3.2.5. izračunati promjenu entalpije (izmijenjenu toplinu pri stalnome tlaku) na temelju rezultata kalorimetrijskoga pokusa
- 3.2.6. prikazati entalpijskim dijagramom odnose entalpija reaktanata i produkata te smjer reakcijske promjene

- 3.2.8. prikazati entalpijskim dijagramom energetske promjene pri otapanju čvrste tvari u vodi u odnosu na entalpije razaranja kristalne strukture i hidratacije
- 5.2.3. predvidjeti utjecaj temperature na topljivost soli u vodi na temelju energetskih promjena tijekom otapanja
- 6.1.1. izraziti istu fizikalnu veličinu različitim mjernim jedinicama
- 6.1.2. matematički izraziti traženu fizikalnu veličinu iz zadanih fizikalnih veličina u računskim zadacima
- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedene opisane promjene
- 6.2.6. zaključiti o fizikalnim i kemijskim svojstvima sudionika reakcije na temelju navedenih opisa ili rezultata pokusa
- 6.3.1. koristiti se pravilima za određivanje značajnih znamenka pri iskazivanju rezultata
- 6.3.2. analizirati mjernu nesigurnost (točnost, preciznost i pouzdanost mjerenja)
- 6.4.1. očitati podatke iz grafičkoga ili tabličnoga prikaza
- 6.4.2. izraditi odgovarajući grafički prikaz na temelju zadanih podataka
- 6.4.3. analizirati vrijednosti na grafičkome prikazu.

Pokus 17.**OVISNOST BRZINE REAKCIJE O TEMPERATURI
I KONCENTRACIJI REAKTANATA****Pokus 17.1.****OVISNOST BRZINE NASTAJANJA SUMPORA
O TEMPERATURI**

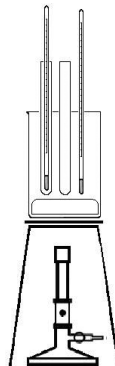
Zadatak: grafički prikazati ovisnost brzine nastajanja sumpora u reakciji natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline o temperaturi.

Pribor i kemikalije: čisti bijeli papir, crni ili plavi flomaster, čaša od 250 mL za vodenu kupelj, gumena ili plastična pločica (može poslužiti širi plastični čep), plamenik, tronožac, mrežica, tri graduirane pipete od 5 mL (mogu se upotrijebiti i injekcijske šprice od 5 mL), dva termometra, zaporni sat, stalak za epruvete, deset epruveta, vodena otopina natrijeva tiosulfata, $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$, vodena otopina sumporne kiseline, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$, destilirana voda.

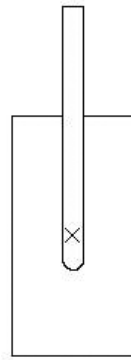
Postupak:

1. sve kemikalije ostaviti na sobnoj temperaturi dalje od izvora svjetlosti ili topline, kada se temperatura ustali, izmjeriti njezinu vrijednost i zabilježiti je u **tablicu 15**.
2. u prvih pet epruveta uliti po 1 mL otopine natrijeva tiosulfata i dodati po 4 mL destilirane vode, a u drugih pet epruveta po 1 mL sumporne kiseline (**tablica 15.**), pripaziti na to da se pipete kojima se dodaju različite otopine ne pomiješaju

3. na komadu čistoga papira flomasterom nacrtati jasno vidljiv znak **X** (**slika 8.2.**)
4. epruvetu **1** s otopinom natrijeva tiosulfata držeći je u ruci prisloniti na pripremljeni papir iznad nacrtanoga znaka **X**
5. otopinu sumporne kiseline iz epruvete **6** uliti u otopinu natrijeva tiosulfata i sadržaj lagano promiješati kružnim pokretima, u trenutku dodavanja kiseline uključiti zaporni sat i promatrati **kroz otopinu** znak nacrtan na papiru, kada znak više ne bude vidljiv zbog izlučenoga sumpora, zaustaviti zaporni sat i u **tablicu 15.** zabilježiti izmjereno vrijeme
6. drugi par epruveta (**2 – 7**) s otopinom natrijeva tiosulfata i s otopinom sumporne kiseline staviti u vodenu kupelj te zagrijavati iznad plamenika preko mrežice (**slika 8.1.**), na dno čaše može se staviti gumena ili plastična pločica da epruvete i termometar ne budu u dodiru s dnom čaše koja se zagrijava



Slika 8.1. Uređaj za zagrijavanje otopina



Slika 8.2. Bijeli papir sa znakom X i prislonjena epruveta

7. jedan termometar uroniti u otopinu natrijeva tiosulfata, a drugi u vodenu kupelj, zagrijavati ih polagano kako bi temperature vode i otopine bile ujednačene, kada otopina natrijeva tiosulfata postigne željenu temperaturu za reakciju, zabilježiti temperaturu, a sadržaje epruveta pomiješati iznad bijelog papira sa znakom **X** i promatrati promjene, zabilježiti u **tablicu 15.** vrijeme potrebno da znak više ne bude vidljiv od izlučenoga sumpora

8. ponoviti pokus s preostalim parovima otopina natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline (**3 – 8, 4 – 9 i 5 – 10**), ali pri različitim temperaturama, temperature otopina mogu biti, npr. sobna temperatura, 30 °C, 40 °C, 50 °C i 60 °C

9. rezultate mjerenja grafički prikazati na milimetarskome papiru kao ovisnost vremena potrebnoga za zamućenje otopine o temperaturi.

Opažanja:

Tablica 15. Priprema otopina i rezultati određivanja vremena do zamućenja uslijed reakcije natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline pri različitim temperaturama

	PRIPREMA OTOPINA				MJERENJE	
	EPRUVETE 1 – 5		EPRUVETE 6 – 10			
Broj mjerjenja	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)/\text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{O})/\text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{SO}_4)/\text{mL}$	$V_{\text{ukupno}}/\text{mL}$	$\vartheta / ^\circ\text{C}$	t/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		

***Napomena:** Uobičajena je oznaka za Celsiusovu temperaturu i vrijeme ista (t). Da bi se razlikovale mjerene veličine, temperatura je označena malim grčkim slovom theta (ϑ).

Pokus 17.2.

OVISNOST BRZINE NASTAJANJA SUMPORA O KONCENTRACIJI NATRIJEVA TIOSULFATA

Zadatak: grafički prikazati ovisnost brzine nastajanja sumpora u reakciji natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline o koncentraciji natrijeva tiosulfata.

Pribor i kemikalije: čisti bijeli papir, crni ili plavi flomaster, zaporni sat, stalak za epruvete, deset epruveta, tri graduirane pipete od 5 mL (mogu se upotrijebiti i injekcijske šprice od 5 mL), otopina natrijeva tiosulfata, $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$, otopina sumporne kiseline, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$, destilirana voda.

Postupak:

1. pripremiti pet epruveta s različitim volumenima otopine natrijeva tiosulfata i vode te pet epruveta s otopinom sumporne kiseline prema **tablici 16.**, pripaziti na to da se pipete kojima se dodaju različite otopine ne pomiješaju
2. redom pomiješati otopine natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline prema **tablici 16.** mjereći i bilježeći vrijeme potrebno da znak **X** na papiru više ne bude vidljiv
3. rezultate mjerenja grafički prikazati na milimetarskome papiru kao ovisnost vremena zamućenja otopine o koncentraciji natrijeva tiosulfata.

Opažanja:

Tablica 16. Priprema otopina i rezultati određivanja vremena do zamućenja uslijed reakcije natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline pri različitim koncentracijama natrijeva tiosulfata

	PRIPREMA OTOPINA				MJERENJE	
	EPRUVETE 1 – 5		EPRUVETE 6 – 10			
Broj mjerjenja	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)/\text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{O})/\text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{SO}_4)/\text{mL}$	$V_{\text{ukupno}}/\text{mL}$	$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)/\text{mol dm}^{-3}$	t/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		

Smjernice prilikom izvođenja pokusa 17.1. i 17.2.:

1. Prema tabličnim i grafičkim podacima usporedite promjenu vremena potrebnoga za izlučivanje koloidnoga sumpora s porastom temperature otopina.
2. Zaključite kako temperatura utječe na brzinu reakcije natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline.
3. Iz rezultata mjerenja zaključite kako na brzinu reakcije natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline utječe koncentracija reaktanta.
4. Napišite izraz za prosječnu brzinu kemijske reakcije s pomoću:
A. promjene koncentracije natrijeva tiosulfata
B. promjene koncentracije sumpora.
5. Napišite izraze za prosječnu brzinu trošenja natrijeva tiosulfata i za prosječnu brzinu nastajanja sumpora.
6. Objasnite zašto dolazi do zamućenja otopine izlučivanjem koloidnoga sumpora. O kojemu se svojstvu koloidne otopine radi?
7. Ispitajte svojstva koloidnoga sumpora laserskim pokazivačem. U čašu od 100 mL ulijte oko 50 mL vode te kapaljkom dodajte par kapi suspenzije iz prethodno načinjenoga pokusa toliko da dobijete blago zamućenje. Promiješajte štapićem. Usmjerite snop svjetlosti kroz čašu s izlučenim koloidnim sumporom. Objasnite opažanja i izvedite zaključak o svojstvima koloidnih otopina.

Ishodi učenja pokusa 17.1. i 17.2.:

- 1.1.4. kvalitativno i kvantitativno analizirati kemijske simbole i kemijske formule
- 1.1.12. navesti karakteristična svojstva koloidnih sustava
- 1.1.7. izračunati kvantitativni sastav smjese tvari na temelju zadanih podataka
- 2.1.3. izračunati množinu, masu ili volumen utrošenoga reaktanta i/ili nastaloga produkta na temelju zadanih podataka za promjenu opisanu jednadžbom kemijske reakcije
- 3.1.4. povezati prosječnu kinetičku energiju gibanja čestica s temperaturom
- 4.1.1. napisati izraz za prosječnu brzinu kemijske reakcije
- 4.1.2. povezati brzinu trošenja reaktanta ili s brzinom nastajanja produkta ili s brzinom reakcije i obrnuto
- 4.2.1. analizirati utjecaj koncentracije reaktanata ili površine reaktanta u čvrstome stanju na brzinu kemijske reakcije
- 4.2.2. analizirati utjecaj temperature na brzinu kemijske reakcije
- 4.2.3. povezati energiju aktivacije s utjecajem temperature i katalizatora na brzinu kemijske reakcije
- 6.2.1. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.2. navesti osnovne laboratorijske tehnike i pribor za točno određivanje volumena, mase i temperature

- 6.2.4. opisati promjene na temelju navedenih opažanja
- 6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedene opisane promjene

- 6.4.1. očitati podatke iz grafičkoga ili tabličnoga prikaza
- 6.4.2. izraditi odgovarajući grafički prikaz na temelju zadanih podataka
- 6.4.3. analizirati vrijednosti na grafičkome prikazu.

4. Struktura ispita

Broj ishoda učenja prema pojedinome području i zastupljenost područja ispitivanja u ispitu državne mature iz Kemije prikazani su u **tablicama od 1. do 6.**

Tablica 17. Broj ishoda učenja prema pojedinomu području i zastupljenost područja ispitivanja i kognitivnih razina u ispitu državne mature iz Kemije

PODRUČJA ISPITIVANJA	BROJ ISHODA UČENJA	ZASTUPLJENOST U ISPITU
1. Tvari	46	25 %
2. Kemijske promjene	21	30 %
3. Energija	26	14 %
4. Brzina kemijskih reakcija	7	6 %
5. Ravnoteža kemijskih reakcija	28	16 %
6. Prikupljanje podataka, obrada i prikazivanje rezultata	19	9 %
UKUPNO	147	100 %

KOGNITIVNE RAZINE		
Prva kognitivna razina (prepoznavanje, navođenje)		25 %
Druga kognitivna razina (razumijevanje)		50 %
Treća kognitivna razina (primjena usvojenoga znanja)		25 %
UKUPNO		100 %

Ispit iz Kemije sastoji se od dviju cjelina. Prva ispitna cjelina sastoji se od zadataka višestrukoga izbora. Struktura prve ispitne cjeline prikazana je u **tablici 18.**

Tablica 18. Struktura prve ispitne cjeline u ispitu državne mature iz Kemije

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BROJ BODOVA
Zadatci višestrukoga izbora	35	35
UKUPNO	35	35

Druga ispitna cjelina sastoji se od zadataka otvorenoga tipa. Zadatci otvorenoga tipa mogu biti zadatci dopunjavanja, zadatci kratkoga odgovora te zadatci produženoga odgovora. Struktura druge ispitne cjeline prikazana je u **tablici 19**.

Tablica 19. Struktura druge ispitne cjeline u ispitu državne mature iz Kemije

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BROJ BODOVA PO ZADATKU	UKUPAN BROJ BODOVA
Zadatci otvorenoga tipa	5	2	10
	3	3	9
	4	4	16
UKUPNO	12		35

Pristupnik u ispitu može ostvariti **70 bodova**.
Ispit iz Kemije traje **180 minuta** bez stanke.

5. Tehnički opis ispita

5.1. Trajanje ispita

Ispit državne mature iz Kemije traje ukupno **180 minuta** bez stanke.

Vremenik provedbe bit će objavljen u *Vodiču kroz ispite državne mature* te na mrežnoj stranici Nacionalnoga centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja (www.ncvvo.hr).

5.2. Izgled ispita i način rješavanja

Pristupnici dobivaju sigurnosnu vrećicu u kojoj su dvije ispitne knjižice, knjižica s periodnim sustavom elemenata, tablicom standardnih elektrodnih potencijala odabranih redoks sustava u vodenim otopinama pri 25 °C i popisom potrebnih prirodnih konstanta te list za odgovore i listovi za koncept (odvojeni od ispitnih knjižica). Sadržaj listova za koncept **neće** se bodovati.

Uz svaku vrstu zadataka priložena je uputa za rješavanje. Čitanje tih uputa je važno jer je u njima naznačen i način označavanja točnih odgovora. Pristupnici trebaju pažljivo pročitati upute i slijediti ih tijekom rješavanja ispita.

Zadatke zatvorenoga tipa (višestrukoga izbora) pristupnici rješavaju označavanjem slova točnoga odgovora među ponuđenima. Slova točnih odgovora obilježavaju se znakom **X**. Ako pristupnik za pojedini zadatak označi više od jednoga odgovora, taj će se zadatak bodovati s 0 (nula) bodova bez obzira je li među označenim odgovorima i točan odgovor.

Zadatke otvorenoga tipa pristupnici rješavaju upisivanjem točnoga odgovora (i postupka, tj. crteža ili dijagrama ako se u zadatku to traži) na predviđeno mjesto naznačeno u uputi za rješavanje.

5.3. Pribor

Na ispitu iz Kemije dopušteno je korištenje kemijske olovke kojom se piše plavom ili crnom bojom. Od geometrijskog pribora dopuštena je upotreba jednog ravnala (ili jednog trokuta), a nije dopuštena upotreba kutomjera i šestara. Potrebno je džepno računalo tzv. znanstveni kalkulator² koji se može upotrebljavati tijekom cijelog ispita.

Tijekom ispita iz Kemije dopuštena je upotreba periodnoga sustava elemenata. Knjižica s periodnim sustavom elemenata potrebnim za rješavanje ispita sastavni je dio ispitnoga materijala.³ Pristupnicima nije dopušteno donijeti ni upotrebljavati ikakve druge listove s periodnim sustavom elemenata. U ispitu se od pristupnika može zahtijevati i konstruiranje dijagrama, a pritom im je dopuštena i upotreba crtačega pribora.

Tijekom ispita dopušteno je upotrebljavati džepno računalo tipa Scientific. Džepno računalo smije imati:

- eksponencijalnu funkciju (tipka 10^x)
- logaritamsku funkciju (tipka $\log x$)
- trigonometrijske funkcije (tipke $\sin$, $\cos$, $\tan$).

Džepno računalo **ne smije** imati mogućnost:

- bežičnoga povezivanja s drugim uređajem
- upotrebe memorijske kartice
- simboličkoga računanja (npr. u nazivu CAS)
- grafičkoga rješavanja (npr. u nazivu Graphic ili ima tipku GRAPH)
- deriviranja i integriranja.

Dežurni nastavnik će tip (naziv i oznaku) džepnoga računala koje je pristupnik upotrebljavao tijekom ispita upisati na list koji služi za popisivanje svih džepnih računala koje pristupnici upotrebljavaju.

² v. 7.2. *Savjeti pristupnicima*

³ Periodni sustav elemenata

6. Opis bodovanja

Pristupnik može ostvariti u ispitu ukupno **70 bodova**.

6.1. Vrednovanje prve ispitne cjeline

Prva ispitna cjelina sastoji se od **35** zadataka višestrukoga izbora.

Svaki točno označen odgovor u zadacima višestrukoga izbora donosi jedan bod. Uspješnim rješavanjem prve ispitne cjeline pristupnik može ostvariti maksimalno **35** bodova.

6.2. Vrednovanje druge ispitne cjeline

Druga ispitna cjelina sastoji se od **12** zadataka otvorenoga tipa (5 zadataka koja donose 2 boda, 3 zadatka koji donose 3 boda i 4 zadatka koja donose 4 boda).

Za svaki zadatak otvorenoga tipa razrađena je ljestvica za vrednovanje tako da pojedini dijelovi odgovora donose po 1 bod. U određenom broju zadataka (do tri zadatka u ispitu) pojedini dijelovi odgovora donose više od jednog boda. Vrednovanje ovakvih zadataka također je razrađeno ljestvicom koja će biti objavljena u Ključu za odgovore.

Uspješnim rješavanjem zadataka otvorenoga tipa pristupnik može ostvariti maksimalno 35 bodova.

7. Primjeri zadataka

U ovome su poglavlju primjeri zadataka. Uz svaki primjer zadatka ponuđen je opis te vrste zadatka, točan odgovor, područje ispitivanja, ishod učenja koji se tim konkretnim zadatkom ispituje te način bodovanja.

7.1. Primjer zadatka višestrukoga izbora

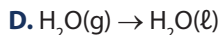
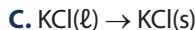
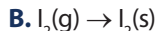
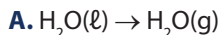
Zadatak višestrukoga izbora sastoji se od **upute** (u kojoj je opisan način rješavanja zadatka i koja je zajednička za sve zadatke toga tipa u nizu), **osnove** (u kojoj je postavljen zadatak) te **četiriju ponuđenih odgovora** od kojih je jedan točan.

UPUTA: U sljedećim zadacima od više ponuđenih odgovora samo je jedan točan.

Točne odgovore morate označiti znakom X na listu za odgovore kemijskom olovkom.

Točan odgovor donosi jedan bod.

Koji od navedenih zapisa prikazuje endotermnu promjenu?



TOČAN ODGOVOR: A

PODRUČJE ISPITIVANJA: 3

ISHOD UČENJA: 3.2.2. razlikovati egzotermne i endotermne promjene

7.2. Primjeri zadataka otvorenoga tipa

Zadatci otvorenoga tipa u drugome dijelu ispita mogu biti zadatci dopunjavanja, zadatci kratkoga odgovora i zadatci produženoga odgovora. Zadatci otvorenoga tipa sastoje se od **upute** (u kojoj je opisan način rješavanja zadatka i koja je zajednička za sve zadatke toga tipa u nizu) i **osnove** (najčešće pitanja) u kojoj je zadano što pristupnik treba odgovoriti.

U zadatcima produženoga odgovora najčešće se pojavljuju stehiometrijski problemi. U tim je zadatcima potrebno nešto izračunati, nacrtati ili napisati. Za svaki takav zadatak potrebno je načiniti njemu prikladnu ljestvicu bodovanja. Kako je broj varijacija takvih zadataka velik, nije moguće u ispitnome katalogu za sve njih ponuditi odgovarajuće ljestvice bodovanja. Navedeni primjeri opisuju temeljna načela bodovanja takvih zadataka.

U računskim zadatcima primjenjuju se pravila tzv. konsekvencijalnoga bodovanja prema kojima pristupnik neće biti dva puta kažnjen za istu pogrešku.

UPUTA: U sljedećim zadatcima odgovorite kratkim odgovorom ili dopunite rečenicu/tablicu/grafički prikaz/shematski prikaz upisivanjem sadržaja koji nedostaje.

U zadatcima s računanjem potrebno je prikazati i postupak s ispravnim mjernim jedinicama.

Odgovore upišite samo na predviđeno mjesto u ovoj ispitnoj knjižici.

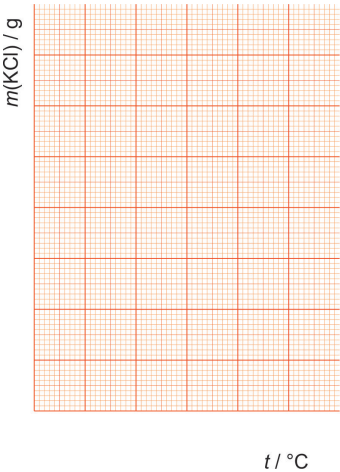
Ne popunjavajte prostor za bodovanje.

7.2.1. Primjer zadatka dopunjavanja

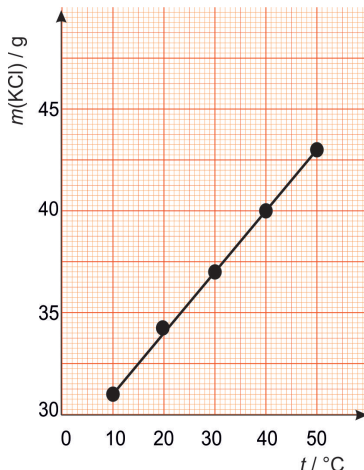
U tablici su navedene najveće mase kalijeva klorida koji se može otopiti pri određenoj temperaturi u 100 g vode.

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

Upotrebljavajući podatke iz tablice, grafički prikažite ovisnost mase kalijeva klorida koji se može otopiti u 100 g vode o temperaturi.



TOČAN ODGOVOR: Od pristupnika se očekuje da će na temelju zadanih podataka načiniti potrebni grafički prikaz.



PODRUČJE ISPITIVANJA: 6

ISHOD UČENJA: 6.4.2. izraditi odgovarajući grafički prikaz na temelju zadanih podataka

BODOVANJE: 1 bod za točan grafički prikaz (prikladno odabrane skale na osima i upisane podatke)

7.2.2. Primjer zadatka kratkoga odgovora

1. Napišite elektronsku konfiguraciju odgovarajućega atoma u osnovnome stanju ako je elektronska konfiguracija njegova iona, čiji je nabojni broj **+2**, jednaka elektronskoj konfiguraciji atoma argona.

2. Usporedite polumjere atoma i njegova kationa.

3. Napišite kemijsku oznaku jedinke čiji je nabojni broj **-3**, a elektronska je konfiguracija te nabijene jedinice $1s^2 2s^2 2p^6$.

TOČNI ODGOVORI:

1. $[\text{Ar}] 4s^2$ ili $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

2. Polumjer neutralnoga atoma veći je od polumjera atomskoga kationa.

3. N^{3-}

PODRUČJE ISPITIVANJA: 1

ISHODI UČENJA:

- Ishod učenja 1.2.4.: prikazati elektronsku konfiguraciju električki neutralnih i nabijenih atomskih vrsta s obzirom na položaj u periodnome sustavu elemenata
- Ishod učenja 1.2.6.: usporediti različite polumjere atoma (atomske, ionske, kovalentne, van der Waalsove)

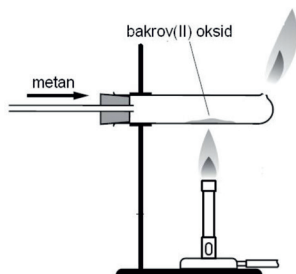
3. Ishod učenja 1.2.2.: razlikovati električki neutralne od električki nabijenih atomskih i molekulskih vrsta

BODOVANJE:

1. 1 bod za točno napisanu elektronsku konfiguraciju atoma
2. 1 bod za sljedeći odgovor: Neutralni atom veći je od atomskoga kationa.
3. 1 bod za N^{3-}

7.2.3. Primjer zadatka produženoga odgovora

Metan prolazi kroz uređaj preko zagrijanoga bakrova(II) oksida pri čemu nastaje ugljikov(IV) oksid, voda i elementarni bakar. Višak metana izgara na kraju uređaja. Opisani pokus prikazan je na slici.



1. Napišite jednadžbu kemijske reakcije bakrova(II) oksida i metana koja se odvija u aparaturi.
2. Kojim bi se reagensom moglo dokazati nastajanje ugljikova(IV) oksida?
3. Napišite jednadžbu kemijske reakcije koja prikazuje potpuno izgaranje metana.

TOČNI ODGOVORI:

1. $CH_4 + 4 CuO \rightarrow CO_2 + 2 H_2O + 4 Cu$
2. Vapnenom vodom, $Ca(OH)_2(aq)$
3. $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$

PODRUČJA ISPITIVANJA: 2 i 6

ISHODI UČENJA:

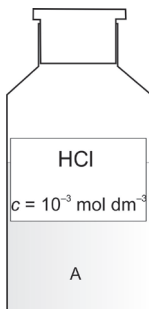
1. Ishod učenja 6.2.5.: napisati jednadžbu kemijske reakcije (s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedene opisane promjene
2. Ishod učenja 2.2.5.: prikazati jednadžbama kemijskih reakcija tipične reakcije za dokazivanje anorganskih spojeva
3. Ishod učenja 2.3.1.: prikazati jednadžbama kemijskih reakcija gorenje i pirolizu organskih spojeva(s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja)

BODOVANJE:

1. 1 bod za točno napisanu jednadžbu kemijske reakcije
2. 1 bod za vapnenu vodu ($Ca(OH)_2(aq)$)
3. 1 bod za točno napisanu jednadžbu kemijske reakcije

**7.2.4. Primjer zadatka produženoga odgovora
(bodovanje postupka)**

Izračunajte volumen vodene otopine klorovodične kiseline iz boce A potrebne za pripremu 100 cm^3 klorovodične kiseline množinske koncentracije $2 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.



POSTUPAK:

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

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

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

TOČAN ODGOVOR: 20 cm^3

PODRUČJA ISPITIVANJA: 1 i 6

ISHODI UČENJA:

1. Ishod učenja 1.1.10.: primijeniti kemijski račun za pripremu otopine zadanoga sastava razrjeđivanjem otopine ili otapanjem čvrste tvari
2. Ishod učenja 6.1.2.: matematički izraziti traženu fizikalnu veličinu iz zadanih fizikalnih veličina u računskim zadacima

BODOVANJE:

1. 1 bod za točno napisan izraz
2. 1 bod za točno izračunat volumen klorovodične kiseline potreban za pripremu zadane otopine

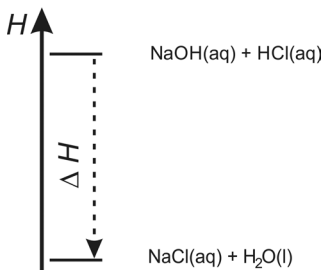
**7.2.5. Primjer zadatka produženoga odgovora
(skiciranje entalpijskog dijagrama)**

Reakcija klorovodične kiseline i natrijeve lužine egzotermna je reakcija:



Prikažite entalpijski dijagram ove reakcije.

TOČAN ODGOVOR:



PODRUČJA ISPITIVANJA: 3

ISHODI UČENJA:

Ishod učenja: 3.2.6. prikazati entalpijskim dijagramom odnose entalpija reaktanata i produkata te smjer reakcijske promjene

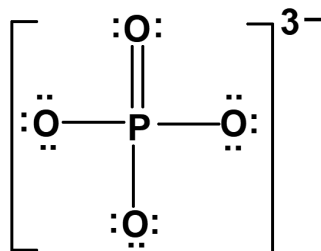
BODOVANJE:

1. bod za točno nacrtan entalpijski dijagram: točno označena os (H), točno označeni reaktanti (HCl(aq) i NaOH(aq) na gornjoj crti), točno označeni produkti (NaCl(aq) i $\text{H}_2\text{O(l)}$ na donjoj crti), točan smjer strelice koja označava promjenu, točna oznaka na strelici ($\Delta_r H$ ili ΔH).

**7.2.6. Primjer zadatka produženoga odgovora
(prikazivanje Lewisovih strukturnih formula)**

Lewisovim simbolima prikažite strukturu fosfatnog iona.

TOČAN ODGOVOR:



PODRUČJA ISPITIVANJA: 1

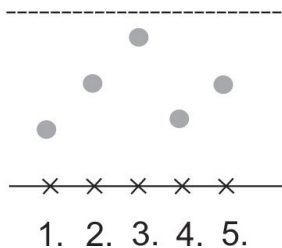
ISHODI UČENJA: 1.2.11. prikazati Lewisove simbole atomskih vrsta te strukturne formule anorganskih i organskih molekula i iona

BODOVANJE:

1 bod uključuje točne slovne oznake, dobro nacrtane sve vezne crtice, naznačene sve nevezne elektrone i napisanu uglatu zagradu s naznačenim nabojnim brojem iona.

7.3. Primjer zadatka vezanoga uz zapažanja u pokusu

Zadatci vezani uz pokus mogu biti zadatci višestrukoga izbora ili zadatci otvorenoga tipa. Prilikom kromatografije na papiru na startnu crtu nanese su uzorci aminokiselina sljedećim redom: 1. arginin 2. alanin 3. leucin 4. glicin 5. uzorak X. Dobiven je sljedeći kromatogram:



Koju aminokiselinu sadržava uzorak X?

- A. arginin
- B. alanin
- C. leucin
- D. glicin

TOČAN ODGOVOR: B

PODRUČJE ISPITIVANJA: 6

ISHOD UČENJA: 6.2.6. na temelju pokusa zaključiti o fizikalnim i kemijskim svojstvima sudionika reakcije

8. Priprema za ispit

Tijekom pripremanja za ispit iz Kemije pristupnici mogu upotrebljavati sve udžbenike iz Kemije, pomoćna nastavna sredstva i materijale koje je odobrilo Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske.

Kao dodatne materijale mogu upotrebljavati i zadaće s natjecanja iz Kemije dostupne u biltenima s natjecanja i na internetskim stranicama Agencije za odgoj i obrazovanje (http://www.azoo.hr/index.php?option=com_sectionex&view=category&id=17&Itemid=437) ili

E-škole kemije (<http://eskola.chem.pmf.hr/index13.php3>) te prijašnje nacionalne ispite i ispite dosadašnjih državnih matura koji su objavljeni na mrežnoj stranici Nacionalnoga centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja (www.ncvvo.hr/drzavnamatura/web/public/svi_ispiti).

Najbolji pokazatelji pripremljenosti za ispit iz Kemije su uspješnost u opažanju kemijskih promjena, tumačenju opaženih promjena zabilježenih tijekom kemijskih pokusa i donošenju zaključaka.

Periodni sustav elemenata IUPAC

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

Standardni elektrodni potencijali odabranih redoks sustava u vodenim otopinama pri 25 °C

SHEMATSKI PRIKAZ	E° / V
$\text{Au}^+ \mid \text{Au}$	1,692
$\text{Cl}^- \mid \text{Cl}_2$	1,358
$\text{Br}^- \mid \text{Br}_2$	1,087
$\text{Hg}^{2+} \mid \text{Hg}$	0,851
$\text{Ag}^+ \mid \text{Ag}$	0,800
$\text{I}^- \mid \text{I}_2$	0,535
$\text{Cu}^+ \mid \text{Cu}$	0,521
$\text{OH}^- \mid \text{O}_2$	0,401
$\text{Cu}^{2+} \mid \text{Cu}$	0,342
$\text{H}^+ \mid \text{H}_2$	0
$\text{Fe}^{3+} \mid \text{Fe}$	-0,037
$\text{Pb}^{2+} \mid \text{Pb}$	-0,126
$\text{Sn}^{2+} \mid \text{Sn}$	-0,137
$\text{Ni}^{2+} \mid \text{Ni}$	-0,257
$\text{Co}^{2+} \mid \text{Co}$	-0,28
$\text{Cd}^{2+} \mid \text{Cd}$	-0,352
$\text{Fe}^{2+} \mid \text{Fe}$	-0,447
$\text{Cr}^{3+} \mid \text{Cr}$	-0,744
$\text{Zn}^{2+} \mid \text{Zn}$	-0,762
$\text{Cr}^{2+} \mid \text{Cr}$	-0,913
$\text{Mn}^{2+} \mid \text{Mn}$	-1,185
$\text{Ti}^{2+} \mid \text{Ti}$	-1,630
$\text{Al}^{3+} \mid \text{Al}$	-1,662
$\text{Mg}^{2+} \mid \text{Mg}$	-2,372
$\text{Na}^+ \mid \text{Na}$	-2,71
$\text{Ca}^{2+} \mid \text{Ca}$	-2,868
$\text{Ba}^{2+} \mid \text{Ba}$	-2,912
$\text{K}^+ \mid \text{K}$	-2,931
$\text{Cs}^+ \mid \text{Cs}$	-3,026

