

Bosna i Hercegovina  
Federacija Bosne i Hercegovine  
**KANTON SARAJEVO**  
Ministarstvo za odgoj i  
obrazovanje



Босна и Херцеговина  
Федерација Босне и Херцеговине  
**КАНТОН САРАЈЕВО**  
Министарство за одгој и  
образовање

Bosnia and Herzegovina  
Federation of Bosnia and Herzegovina

**CANTON SARAJEVO**  
Ministry for Education

INSTITUT ZA RAZVOJ  
PREDUNIVERZITETSKOG  
OBRAZOVANJA

KANTON SARAJEVO, BOSNA I HERCEGOVINA



ИНСТИТУТ ЗА РАЗВОЈ  
ПРЕДУНИВЕРЗИТЕТСКОГ  
ОБРАЗОВАЊА

КАНТОН САРАЈЕВО, БОСНА И ХЕРЦЕГОВИНА

PRE-UNIVERSITY EDUCATION  
INSTITUTE OF SARAJEVO CANTON  
BOSNIA AND HERZEGOVINA

# Hemija

**Nastavni plan i program  
sa definisanim ishodima učenja**

# SADRŽAJ

PK1 – Opis predmeta .....	3
PK2 – Ciljevi učenja i podučavanja .....	4
PK3 – Oblasna struktura predmetnog kurikuluma .....	4
PK4 – Odgojno-obrazovni ishodi .....	6
Osnovno obrazovanje.....	6
Godine učenja i podučavanja predmeta: 1 .....	6
Godine učenja i podučavanja predmeta: 2 .....	14
Srednje obrazovanje – Opća gimnazija .....	21
Godine učenja i podučavanja predmeta: 3 .....	21
Godine učenja i podučavanja predmeta: 4 .....	29
Godine učenja i podučavanja predmeta: 5 .....	37
Godine učenja i podučavanja predmeta: 6 .....	40
Srednje obrazovanje – Hemija izborna područja .....	43
Godine učenja i podučavanja predmeta: 3 .....	43
Godine učenja i podučavanja predmeta: 4 .....	54
Godine učenja i podučavanja predmeta: 5 .....	60
Godine učenja i podučavanja predmeta: 6 .....	68
Srednje obrazovanje – Hemija srednje škole trogodišnji program .....	77
Godine učenja i podučavanja predmeta: 3 .....	77
Godine učenja i podučavanja predmeta: 4 .....	86
Godine učenja i podučavanja predmeta: 5 .....	93
Srednje obrazovanje – Hemija srednje škole četverogodišnji program.....	97
Godine učenja i podučavanja predmeta: 3 .....	97
Godine učenja i podučavanja predmeta: 4 .....	105
Godine učenja i podučavanja predmeta: 5 .....	113
Godine učenja i podučavanja predmeta: 6 .....	117
Srednje obrazovanje – Hemija srednje škole jednogodišnji program.....	122
Godine učenja i podučavanja predmeta: 3 .....	122
Srednje obrazovanje – Hemija srednje škole dvogodišnji program .....	132
Godine učenja i podučavanja predmeta: 3 .....	132
Godine učenja i podučavanja predmeta: 4 .....	141
PK5 – Učenje i podučavanje .....	146

Hemija - Učenje i podučavanje.....	146
Razvijanje konceptualnog razumijevanja .....	146
Razvijanje kompetencije za korištenje naučnog metoda .....	147
Ostvarivanje međupredmetne povezanosti.....	147
Razlike u osnovnoškolskom i gimnazijskom pristupu nastavi hemije .....	149
PK6 – Vrednovanje u predmetnom kurikulumu.....	149
Hemija – Vrednovanje i ocjenjivanje.....	149
Profil i stručna sprema nastavnika .....	151

# PK1 – Opis predmeta

Otkrića u oblasti prirodnih nauka omogućila su značajan razvoj tehnologije što je dovelo i do promjena u kvalitetu življenja. Stoga je opći cilj obrazovanja iz prirodnih nauka sticanje prirodno-naučne pismenosti za sve generacije, kako bi bile spremne na izazove s kojima se susreću u modernoj svakodnevici. U okviru nastavnog predmeta Hemija naglasak se stavlja na hemijsku pismenost, kao doprinos nastave hemije sticanju prirodno-naučne pismenosti.

Svrha podučavanja nastavnog predmeta *Hemija* ogleda se u razvijanju znanja o hemijskim pojmovima, procesima te u podsticanju učeničkog interesa za istraživanje prirode.

Nastava hemije pomaže učenicima/cama u razumijevanju prirodnih pojava i rezultata eksperimenata kroz povezivanje makroskopskog (vidljivog), submikroskopskog (procesi na nivou čestica) i simboličkog (hemijske jednačine i matematički izrazi) nivoa objašnjavanja hemijskih pojmova u logičku cjelinu.

Kroz omogućavanje postavljanja pitanja temeljenih na vlastitom iskustvu i na rezultatima eksperimenata razvija se navika sistematskog ispitivanja pojava i procesa. Osim toga, učenici/ce kroz eksperimentalni rad razvijaju radne i saradničke vještine, kreativno i kritičko mišljenje, te brigu o okolini.

Kroz različite situacije u nastavi hemije promovira se ravnopravnost i jednakost učenika/ca u obrazovanju, te svjesnost o potrebi izgradnje održive budućnosti – hemija je potrebna za razvoj novih rješenja i očuvanje okoliša i dobrobiti ljudi, što implicira preuzimanje odgovornosti za vlastite aktivnosti i okolinu.

U moderno koncipiranoj nastavi hemije nije dovoljno težiti ka razvijanju činjeničnog znanja. Potrebno je učiti učenike/ce da analiziraju informacije, procjenjuju njihovu relevantnost i pouzdanost te da pripremaju i provode eksperimente. Moderna nastava hemije treba da u što većoj mjeri iskoristava odgojno-obrazovne potencijale naučne metode. Osim naučne dimenzije hemije, potrebno je uvažavati i njenu odgojnu dimenziju kao i njene poveznice s tehnologijom i društvom. Hemija se kao nastavni predmet izučava na nivou osnovne škole u osmom i devetom razredu.

U gimnaziji izučava se u sva četiri razreda, dok se u srednjim školama izučava, ovisno od tipa škole, u trajanju od jedne do četiri godine.

S određenim prirodno-naučnim sadržajima učenici/ce se upoznaju i prije uvođenja Hemije kao nastavnog predmeta u osmom razredu osnovne škole. Kroz predškolski odgoj i razrednu nastavu učenici/ce stiču znanja i iskustva o tvarima s kojima svakodnevno dolaze u kontakt (šećer, so, sirće) te njihovim osobinama (boja, oblik, okus). Pri tome se razvijaju i navike o načinu postupanja s određenim tvarima.

Kroz nastavu predmeta *Moja okolina, Priroda, Biologija i Fizika*, učenici/ce već razvijaju sposobnost opažanja i zaključivanja, stiču iskustva o prirodnim pojavama, razvijaju shvatanje da stvari ne mogu nastati ni iz čega niti mogu nestati, te stiču vještine planiranja i izvođenja jednostavnih eksperimenata. Nastava hemije služi i za podsticanje interdisciplinarnе saradnje. Kombinacija osnovnih znanja iz hemije, biologije i fizike, koristeći matematičke metode, potiče umreženo razmišljanje učenika/ca i omogućava im da izgrade racionalni, na nauci zasnovani pogled na svijet koji ih okružuje.

U diskusiji o aktuelnim pitanjima i problemima poput sigurnosti hrane, čistoće tla, vode i zraka te iskorištavanju otpada, treba težiti saradnji sa drugim prirodnim naukama kao i društvenim i humanističkim kroz interdisciplinarnе projekte. Hemija, također, ima ogroman značaj u kulturi i historiji – bilo da se radi o restauraciji i očuvanju umjetničkih djela ili o povezanosti epohalnih naučnih otkrića sa društvenim događajima.

## PK2 – Ciljevi učenja i podučavanja

- **Razvijanje hemijske pismenosti kroz sticanje znanja potrebnih za razumijevanje hemijskih pojava, koncepata, teorija i zakona:** Učenici/ce bi trebali shvatiti da je njihov trud za sticanje prirodno-naučne pismenosti opravdan, i da će primjena stečenih znanja rezultirati uspjehom, kako na poslovnom tako i na privatnom planu.
- **Poticanje interesa za hemiju kroz razumijevanje njenog značaja u svakodnevnom životu i društvu u cjelini:** Povezivanje hemije sa svakodnevnom životom u konačnici treba rezultirati povećanim interesom učenika/ca za sticanje znanja. Učenici/ce se trebaju ohrabrivati za primjenu znanja u poznatim i nepoznatim situacijama, ali i razumjeti da se hemijska znanja stalno uvećavaju i mijenjaju.
- **Sticanje vještine prikupljanja informacija iz različitih izvora, njihove obrade i interpretacije:** U ciljevima nastave prirodnih nauka naglašava se važnost samog procesa prikupljanja i interpretacije dobivenih podataka, nasuprot dobivanju znanja u gotovom obliku. Naglasak treba biti na rasuđivanju utemeljenom na prirodno-naučnom pristupu i analitičkom rješavanju problema.
- **Sticanje znanja i vještina vezanih za laboratorijski rad i bezbjednost u radu:** Nastavnik/ca hemije ima privilegiju da većinu nastavnih sadržaja može prikazati kroz eksperimente, uključiti učenike/ce u male istraživačke projekte. Eksperimentiranje pomaže u sticanju znanja i razumijevanju pojmova, razvijanju istraživačkih vještina i razumijevanju prirode nauke. Eksperimentalni rad razvija radne i saradničke vještine, kreativno i kritičko mišljenje, a provodi se u skladu s propisima o sigurnosti i zaštiti na radu te odlaganju otpada.
- **Razvijanje razumijevanja uloge hemije u društvu i tehnologiji:** Sveprisutna je diskusija o povećanju iskorištenja obnovljivih izvora energije, a brojni industrijski procesi u temelju imaju hemijske postupke. Ovaj cilj uključuje kritičko preispitivanje potencijala primjene hemijskih znanja, ali i opasnosti uzrokovanih neodgovornim ljudskim djelovanjem, uz obavezno razmatranje društvenog, ekonomskog i ekološkog konteksta.

## PK3 – Oblasna struktura predmetnog kurikuluma

Hemija kao nauka bavi se proučavanjem sastava, strukture i osobina tvari interakcijama između različitih tvari, te vezom između tvari i energije. U skladu s tim, u kurikulumu nastavnog predmeta *Hemija* oblasti su preuzete iz *Zajedničke jezgre nastavnih planova i programa za hemiju zasnovane na ishodima učenja (2017)*.

**Oblast A - Tvari**

**Oblast B - Struktura tvari i funkcionalna povezanost procesa u prirodi**

**Oblast C - Struktura tvari i energija**

**Oblast D - Proces i međudjelovanje živih i neživih sistema**

## Tvari

### A

Građa, sastav i osobine tvari su predmet izučavanja hemije. Učenici/ce su se s pojmom tvari upoznali i prije početka nastave hemije, međutim, u sklopu hemije uči se da su sve tvari izgrađene od ogromnog broja jako sitnih čestica – atoma, molekula, iona. Čestični (submikroskopski) nivo je izuzetno kompleksan za učenike/ce jer je nevidljiv, stoga ga je učenicima/cama potrebno približiti različitim animacijama, simulacijama i analogijama. Čestice u tvarima raspoređene su na različite načine, što se na makroskopskom (vidljivom) nivou manifestira različitim fizičkim osobinama tvari (npr. agregatna stanja). Potrebno je voditi računa o objašnjavanju ova dva nivoa prikazivanja hemijskih pojmova, te uvoditi čestični nivo postupno, imajući u vidu psihofizički razvoj učenika/ca.

## Struktura tvari i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

### B

Povezanost između strukture tvari i funkcije je centralni i zajednički koncept u prirodnim naukama i inženjerstvu. Funkcioniranje prirodnih i vještačkih sistema zavisi o njihovim ključnim dijelovima i povezanosti između njih, kao i o osobinama i strukturi tvari od kojih su izrađeni. Struktura tvari i funkcionalna povezanost procesa u prirodi je temelj za razumijevanje prirodnih sistema, kako na submikroskopskom nivou (atomi, molekule) tako i na makroskopskom nivou. Veza između strukture tvari i njenih (fizičkih i hemijskih) osobina je fundamentalan koncept u hemiji. Učenici/ce koji razumiju uticaj strukture tvari na prirodne procese sposobni su primijeniti znanje pri istraživanju procesa i pojava koji su im nepoznati, što se u sve većoj mjeri traži u savremenoj nastavi. Relevantnost učenja hemije ogleda se upravo kroz primjenu hemijskog znanja u prirodnom, medicinskom, tehničkom i interdisciplinarnom području. Konceptualno razumijevanje fizičkih i hemijskih promjena vodi ka razumijevanju složenijih mehanizama i procesa te razvoja proceduralnog mišljenja.

## Struktura tvari i energija

### C

Svaka tvar sadrži određenu količinu energije. Energija može prelaziti iz jednog oblika u drugi, a ta se pretvaranja odvijaju i u živom i u neživom svijetu. Raspored čestica unutar tvari nije stalan, jer one nikad u potpunosti ne miruju, tj. imaju unutrašnju kinetičku energiju. Potencijalna energija je svaka uskladištena energija. Hemijska potencijalna energija je energija uskladištena u atomima, molekulama, u hemijskim vezama. U prirodi dolazi do pretvaranja jedne vrste energije u drugu, ali i do izmjene energije između sistema i okoline. Izmjena energije posebno je važna pri izgradnji i razgradnji tvari što je preduvjet održavanja života. Pri fizičkim promjenama tvari, kao što su fazni prelazi, dolazi do promjena energije. Sve hemijske reakcije, također, uključuju promjene energije. Ove promjene mogu podrazumijevati izmjenu toplote, pojavu elektriciteta, emisiju svjetlosti ili druge oblike energetske promjene između sistema i okoline.

Izmjena energije između sistema i okoline ogleda se u oslobađanju ili apsorpciji toplote. Hemijske reakcije pri kojima se energija apsorbira su endotermne, dok su reakcije pri kojima se energija oslobađa egzotermne.

Svijet koji nas okružuje promjenljiv je i neprekidno se odvijaju različiti procesi koji teže uspostavljanju ravnoteže. Ti se procesi uočavaju u svakodnevnom životu što zahtijeva bolje razumijevanje složenijih mehanizama i ciklusa u ljudskom tijelu i prirodi općenito. Sa hemijskog aspekta, u ovoj oblasti je izuzetno važno razumijevanje važnosti biološki važnih organskih tvari u organizmu (uloga lipida, proteina, ugljikohidrata i drugih organskih i anorganskih tvari u različitim metaboličkim procesima, kao i povezivanje te uloge s njihovom strukturom). Međudjelovanja živih bića i njihove (neživog) okoline su mnogobrojna i čine cjelinu koja se naziva ekosistem. Razumijevanje bilo kojeg dijela ekosistema podrazumijeva znanje o međudjelovanju tog dijela sa ostatkom ekosistema. Život ljudi prema načelima održivog razvoja traži što manje ometanja prirodnih procesa i međudjelovanja. Hemija kao nauka, pa i nastava hemije, imaju veliku ulogu u racionalizaciji korištenja neobnovljivih prirodnih resursa, pronalaženju novih i optimiziranju postojećih obnovljivih resursa, kao i obrazovanju budućih naraštaja da žive u skladu s načelima održivog razvoja.

## PK4 – Odgojno-obrazovni ishodi

### Osnovno obrazovanje

#### ► Osnovno ► 8.

#### Godine učenja i podučavanja predmeta: 1

#### A

#### Tvari

##### A.8.1

Analizira važnost hemije u svakodnevnom životu.

Identificira probleme koji mogu biti predmet istraživanja hemije.

Objašnjava historijski razvoj hemije koristeći primjere iz historije hemije.

Objašnjava važnost hemije u svakodnevnom životu i određenim profesijama (npr. farmacija, poljoprivreda, šumarstvo, veterina, medicina).

Upoređuje hemiju sa drugim prirodnim naukama.

##### A.8.2

Primjenjuje osnovna laboratorijska znanja i vještine.

Navodi pravila ponašanja u kabinetu za hemiju i sigurnosne mjere tokom rada u laboratoriju.

Interpretira značenje hemijskih piktograma.

Kritički razmatra svrhu označavanja opasnih tvari koje se koriste u hemijskom laboratoriju i u svakodnevnom životu.

Objašnjava namjenu laboratorijskog posuđa i pribora.

Provodi samostalno osnovna laboratorijska mjerenja (vaganje, mjerenje zapremine i temperature) prema uputama ili na osnovu skice.

## KLJUČNI SADRŽAJI

Predmet izučavanja hemije:historija hemije;hemija i druge prirodne nauke; važnost hemije; osnovna pravila rada u hemijskom laboratoriju; znakovi opasnosti; laboratorijsko posuđe i pribor; mjerenja mase, zapremine i temperature.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1.Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavu hemije treba započeti izvođenjem eksperimenata praćenih snažnim vizuelnim efektima kako bi čas bio dovoljno uzbudljiv da se učenici/ce zainteresuju za hemiju. Nastavne sadržaje iz predmeta *Hemija* zasnovati na eksperimentu kao izvoru znanja; učenici/ce se ne smiju razočarati. Već sam uvod omogućava da se učenici/ce usmjere na istraživački pristup i na pretraživanje literature i drugih izvora informacija. Nastavnik/ca je moderator/ica koji/a potiče i usmjerava diskusiju.

Na uvodnim časovima učenici/ce trebaju sami uvidjeti važnost hemije u svakodnevnom životu. Učenike/ce treba upoznati s pravilima ponašanja u hemijskom laboratoriju i sa sigurnosnim mjerama. Preporučuje se dosljedna primjena sigurnosnih mjera pri izvođenju eksperimenata. Takvi uslovi rada, osim sigurnosti, doprinose i lakšem postizanju radne atmosfere, odnosno ozbiljnijem radu učenika/ca.

Imajući u vidu da je hemija prvenstveno eksperimentalna nauka, i nastava hemije podrazumijeva izvođenje eksperimenata prilagođenih psihofizičkom uzrastu učenika/ca. Izvođenje eksperimenata je znatno vrijednije i korisnije ako ih učenici/ce izvode sami. Radi što kvalitetnijeg samostalnog ili grupnog rada učenika/ca, preporučuju se aktivnosti koje uključuju rad s osnovnim hemijskim priborom i posuđem (epruvete, menzure, vaga, termometar i sl.), koristeći vodu, kuhinjsku so ili neke druge široko dostupne tvari. Pri tome ne treba trošiti previše vremena na uvježbavanje rada s određenim priborom, jer će učenici/ce to vremenom savladati.Treba razmotriti korištenje online alata u situacijama gdje je praktičan rad teško izvodljiv (npr. virtualni laboratorij koji se pokazao korisnom posebno kod eksperimenata sa skupim i po zdravlje potencijalno opasnim tvarima).

### 2.Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Hemija kao nauka prošla je dug put od svojih početaka, kada se temeljila na praktičnim vještinama i idejama bez eksperimentalnih dokaza, do današnje moderne nauke utemeljene na eksperimentima i teorijskim objašnjenjima. Učenici/ce trebaju biti svjesni da taj put nije bio nimalo lagan. U ovom dijelu nastava hemije može se povezati s nastavom historije. Učenicima/cama se mogu dati i mali istraživački projekti u okviru kojih će saznati nešto više o naučnicima značajnim za hemiju (John Dalton, Antoine Lavoisier, Marie Curie).

Kroz aktivnosti mjerenja zapremine, mase i temperature, koji mogu biti dio malih istraživačkih projekata, hemija se može povezati s nastavom fizike (pravilno korištenje mjernih jedinica SI) i matematike (računanje zapremine nepravilnih tijela, pretvaranje mjernih jedinica iz manjih u veće i obratno, zaokruživanje decimala). Rezultati se mogu prikazati tabelarno i grafički. Ako se pritom koristi računar, u tom dijelu može se napraviti poveznica s nastavom informatike.

### 3.Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje ogleda se kroz razvijanje osjećaja odgovornosti prema sebi i drugima, u kontekstu poznavanja značenja piktograma/znakova opasnosti i vođenja računa o općoj sigurnosti u svakodnevnom radu i životu; kroz rukovanje laboratorijskim priborom i posuđem na način koji uvažava rad drugih učenika/ca (uredno opran i složen pribor i posuđe nakon eksperimenta, navika korištenja zaštitnih naočala), razvijanje radnih navika i odgovornosti za dobivene rezultate, te naučnog pristupa izvođenju eksperimenata kroz formulisanje hipoteza i poštivanje procedure izvođenja eksperimenata..



## A

### Tvari

#### A.8.1

Objašnjava vrste tvari.

Objašnjava sljedeće pojmove: tvar, hemijski element, hemijski spoj, homogena i heterogena smjesa.

Razlikuje čiste tvari (tj. elemente i spojeve) i smjese (homogene i heterogene) na temelju njihovog sastava.

Navodi primjere čistih tvari i smjesa tvari koje se koriste u svakodnevnom životu.

Objašnjava pojmove: rastvorena tvar, rastvarač, rastvor, pripremajući rastvor zadanog masenog udjela.

Istražuje eksperimentalno kako temperatura, miješanje i površina tvari utiču na brzinu rastvaranja.

Objašnjava kako se fizičke metode mogu koristiti za odvajanje smjesa na njihove komponente.

HEM-1.1.1

#### A.8.2

Istražuje fizičke i hemijske osobine tvari.

Razlikuje fizičke od hemijskih osobina tvari.

Klasificira tvari prema njihovim hemijskim osobinama (npr. je li tvar metalna ili nemetalna, sklona koroziji, zapaljiva).

Klasificira tvari prema fizičkim osobinama koje se mogu demonstrirati ili mjeriti (npr. gustoća, tačka topljenja, tačka ključanja, rastvorljivost, magnetske osobine, električna i toplotna provodljivost).

Povezuje upotrebu materijala sa njihovim fizičkim (tačka topljenja i tačka ključanja, rastvorljivost) i hemijskim (korozija, zapaljivost) osobinama.

Upoređuje fizičke i hemijske osobine zagađenog i čistog zraka te zagađene i čiste vode.

HEM-2.1.1 HEM-2.1.2

#### A.8.3

Analizira hemijske osobine tvari na primjerima oksida, kiselina, baza i soli.

Razlikuje osnovne klase anorganskih spojeva na temelju njihovog nastanka i sastava (oksidi, kiseline, baze, soli).

Objašnjava kako se kiselinsko-bazni indikatori koriste za procjenjivanje kiselosti i bazičnosti vodenih rastvora.

Razvrstava tvari koje se koriste u svakodnevnom životu na kisele ili bazne na osnovu kiselosti/bazičnosti njihovih vodenih rastvora koje provjerava kiselinsko-baznim indikatorima (lakmus papir, metil oranž, fenolftalein).

Razvrstava rastvore na kisele, neutralne i bazne prema zadanim pH-vrijednostima.

#### A.8.4

Primjenjuje matematičko znanje i vještine.

Izračunava maseni udio hemijskog elementa u spoju.

Izračunava maseni udio komponenti u smjesi.

HEM-1.4.2

## KLJUČNI SADRŽAJI

Tvari; čiste tvari; smjese tvari; razdvajanje sastojaka smjese: dekantiranje, filtriranje, destilacija, kristalizacija; rastvori; kvalitativni i kvantitativni sastav rastvora; zrak i voda; fizičke i hemijske osobine tvari; oksidi; kiseline; baze; soli.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kako bi učenici/ce što uspješnije razumjeli osnovne hemijske pojmove, nužno je u podučavanju ove tematske cjeline koristiti laboratorijske eksperimente (koje učenici/ce sami izvode, u paru ili u grupi).

Istraživanja hemijskog obrazovanja identificirala su brojne učeničke miskonceptije o osnovnim hemijskim pojmovima. Nastavnicima/cama se savjetuje prethodno identificiranje potencijalnih miskonceptija kod učenika/ca te podučavanje u cilju prevazilaženja istih.

Kad god je to moguće treba tražiti poveznicu sa svakodnevnim životom (npr. vrste tvari), jer na taj način učenici/ce uočavaju relevantnost nastavnih sadržaja iz hemije.

Rastvori su veoma važne vrste homogenih smjesa za hemičare. U ovoj fazi učenja dovoljno je da učenici/ce znaju za rastvore u tečnom agregatnom stanju i da se voda najčešće koristi kao rastvarač. Iskazivanje sastava smjesa predstavlja korisno znanje koje učenici/ce trebaju usvojiti. Izračun masenog udjela komponenti u smjesi poželjno je povezati s proizvodima iz svakodnevnog života na kojima je jasno istaknut sastav.

Pri objašnjavanju strukture tvari u različitim agregatnim stanjima preporučuje se korištenje čestičnog crteža. Poželjno je da takvi crteži, u datom kontekstu, prikazuju što veći broj čestica kako bi se izbjegle pogrešne predodžbe da sistemi imaju mali broj čestica kakve se kasnije mogu razviti pogrešnim razmatranjem značenja hemijskih jednačina.

Na mnogim web stranicama učenici/ce mogu pristupiti simulacijama eksperimenata. Upotrebom interaktivnih simulacija učenici/ce mogu pomoću virtualnog pH-metra određivati pH različitih tvari i razvrstati ih na kisele ili bazne, a rezultate mogu predstaviti npr. u Excel tabeli.

Eksperimenti koji su prikladni za ovu tematsku cjelinu su raznovrsni. Istraživanje, na koji način miješanje, temperatura i veličina površine tvari utiču na brzinu rastvaranja, može se dati kao projektni zadatak. Metode razdvajanja smjesa na komponente, kao što je filtriranje, dekantiranje, kristalizacija, destilacija, mogu se izvesti u razredu. Ispitivanja kiselosti i bazičnosti tvari iz svakodnevnog života (rastvori natrij hidrogenkarbonata, natrij hlorida, praška za pecivo, limunske i hloridne kiseline...), učenici mogu izvesti u paru ili u grupi, primjenom indikatora lakmusa, fenolftaleina, univerzalnog indikatorskog papira, ali i tzv. prirodnih indikatora (ekstrakt crvenog kupusa, sok od cvekle, borovnice...).

Podaci se, kad god je to moguće, predstavljaju tabelarno i grafički, a ovakve aktivnosti će učenike/ce pripremati za zahtjevnije istraživačke radove.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Podučavanje osnovnih hemijskih pojmova neizbježno je povezati s drugim prirodnim naukama. Ovi sadržaji koreliraju sa sadržajima nastavnih predmeta *Fizika* (pojam tvari, agregatna stanja tvari, fizičke promjene tvari), *Biologija* (kruženje vode u prirodi, zaštita okoliša), te *Matematika* (izračunavanje sastava smjesa).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Podsticanjem rada u grupi ili paru razvija se sposobnost saradničkog učenja s drugim učenicima/cama, razumijevanje eventualnih drugačijih odgojno-obrazovnih potreba kolega u razredu (inkluzivna nastava), urednost i preciznost u radu. Izradom tabela i grafikona razvija se sposobnost pisanog i grafičkog predstavljanja rezultata eksperimenta i sistematičnost u radu. Diskusijom o konkretnim problemima u svakodnevnom životu (zagađenje i očuvanje životne sredine) razvija se ekološka svijest i aktivnost. Pored

toga, razvijaju se i sposobnosti uspješnog usmenog izražavanja te kritičkog preispitivanja dostupnih informacija.

## A

### Tvari

#### A.8.1

Analizira građu tvari.

Opisuje građu atoma.

Opisuje građu molekula (npr. H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>).

Razlikuje molekule elemenata od molekula spojeva.

Razlikuje električki neutralne čestice (atomi, molekule) od naelektrisanih čestica (ioni).

HEM-1.1.2

#### A.8.2

Objašnjava tipove i karakteristike hemijskih veza.

Objašnjava ulogu valentnih elektrona u formiranju hemijske veze.

Objašnjava kovalentnu i ionsku vezu.

Povezuje osobine tvari sa vrstom hemijske veze i međučestičnim interakcijama.

HEM-3.1.1

#### A.8.3

Koristi i tumači informacije sadržane u periodnom sistemu elemenata.

Objašnjava da su hemijski elementi u periodnom sistemu elemenata raspoređeni na osnovu broja protona u jezgri atoma.

Objašnjava da su osobine elementa predvidive na temelju položaja elementa u periodnom sistemu elemenata i da elementi iste grupe imaju racionalnu promjenu fizičkih i hemijskih osobina.

Opisuje građu atoma hemijskog elementa na temelju položaja u periodnom sistemu elemenata.

HEM-1.1.3

#### A.8.4

Primjenjuje hemijsku nomenklaturu i simboliku pri opisivanju sastava tvari.

Opisuje kvalitativni i kvantitativni sastav tvari hemijskim simbolima / formulama.

Primjenjuje pravila IUPAC nomenklature pri imenovanju hemijskih elemenata i spojeva.

Primjenjuje pravila određivanja valentnih brojeva u binarnim spojevima na osnovu zadanih hemijskih formula.

Primjenjuje pravila određivanja valentnih brojeva elemenata (1. i 2. grupe, C, N, O, S, F, Cl, Br, I) na temelju njihovog položaja u Periodnom sistemu elemenata.

HEM-1.1.4

#### A.8.5

Primjenjuje matematičko znanje i vještine.

Izračunava broj subatomske čestice koje čine atom.

Izračunava relativnu molekulsku masu spoja na temelju njegove hemijske formule.

HEM-1.4.2

### KLJUČNI SADRŽAJI

Građa atoma; hemijski simboli; atomski (Z) i maseni broj (A); izotopi; relativna atomska masa (Ar); elektronski omotač: raspored elektrona po nivoima; valencija; valentni broj; periodni sistem elemenata (grupa, perioda); molekule; hemijske formule; kovalentna veza: jednostruka, dvostruka, trostruka; građenje

molekula elemenata i spojeva; ionska veza; ioni (anioni, kationi); relativna molekulska masa ( $M_r$ ); osobine ionskih i kovalentnih spojeva.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Ova tematska cjelina obuhvata pojmove koji su na submikroskopskom nivou predstavljanja i učenicima/cama su apstraktni. Uz nastavne sadržaje o građi atoma nema primjerenih eksperimenata koje bi učenici/ce na ovom nivou mogli razumjeti i iz njih nešto zaključiti. Pri obradi tih nastavnih sadržaja trebaju se koristiti pažljivo odabrane analogije. U mnogim udžbenicima mogu se naći stacionarni modeli atoma s ljuskama i simetrično raspoređenim elektronima. Zbog te rano usađene predodžbe, kasnije se javljaju miskonceptije. Pri obradi ovih pojmova potrebno se koristiti modelima, npr. kuglicama različitih boja, veličine i mase. Treba naglasiti da je svrha izrade modela atoma različitih elemenata u različitim bojama samo da bismo ih mogli razlikovati, a da stvarni atomi nisu obojeni.

Nastavnici trebaju obratiti posebnu pažnju prilikom definiranja hemijskog elementa i atoma. Često se kod učenika pa i kod studenata javljaju teškoće prilikom razumijevanja pojma atoma kao „najsitnije čestice“ hemijskog elementa, koja se sastoji od još sitnijih čestica (protona, neutrona, elektrona). Stoga je važno naglasiti da je atom najsitnija čestica elementa. Trebalo bi izbjegavati učenje definicije hemijskog elementa napamet, jer nemaju za učenike posebno značenje. Primjerena je definicija elementa kao tvari koja se nikakvim hemijskom postupkom ne može razložiti na jednostavnije tvari. Nakon što se učenici upoznaju sa građom atoma i subatomske čestice (odnosno, činjenicom da su jezgre atoma izgrađene od različitog broja protona i neutrona), može se upotrijebiti definicija elementa kao vrste tvari koja se sastoji od atoma s jednakim pozitivnim nabojem jezgre.

Obradom ove tematske cjeline učenici/ce se prvi put susreću sa pisanjem formula molekula. Modeli molekula su pri tome su od velike pomoći. Pri tome treba paziti na pravilno izražavanje (npr. treba reći: „Ovo je model molekula kisika.“)

Čestični crteži su koristan alat za predstavljanje građe tvari. Na ovaj način učenici se uvode u apstraktni submikroskopski nivo predstavljanja hemijskih pojmova.

Na nivou osnovne škole dovoljno je učenicima/cama objasniti da su protoni i elektroni naelektrisane subatomske čestice i da je atom elektronski neutralan ako ima jednak broj protona i elektrona.

Različite animacije (iz provjerenih izvora) su korisni alati za podučavanje pojma hemijske veze. Učenicima/cama treba pojasniti kovalentnu i ionsku vezu pomoću čestičnih crteža. Upotreba Lewisovih simbola na nivou osnovne škole nepotrebna je i zbunjujuća.

Računanje broja protona, neutrona i elektrona na temelju podataka iz periodnog sistema elemenata je primjer formalnog znanja; puno je važnije da učenici/ce nauče da se atomi u periodnom sistemu elemenata razlikuju prema broju protona u jezgri.

Hemijske formule su za hemičare dio svakodnevnog jezika, ali za učenike/ce – početnike mogu izgledati kao strani jezik. Potrebno ih je staviti u kontekst, a ne podučavati ih izolirano (npr. formule kiselina učenici/ce trebaju učiti prilikom obrade sadržaja o kiselinama).

Treba naglasiti šta označavaju indeksi i kada se odnose na jedan, a kada na više atoma, te da se koeficijenti odnose na cijeli spoj, kao i razlika u pravilima upotrebe zagrada u odnosu na nastavu matematike.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna korelacija ostvaruje se kroz povezivanje sadržaja o strukturi tvari sa nastavom *fizike*. Dalje, korelacija se ostvaruje sa nastavom *matematike* (računanje naboja iona i potrebnog broja subatomske čestice da bi atom bio elektronski neutralan; računanje valencije, relativne atomske mase, broja subatomske čestice). Analogija strukture atoma sa Sunčevim sistemom korelira sa sadržajima iz *Geografije*, dok izrada modela od plastelina i izrada čestičnih crteža povezuje podučavanje ovih pojmova sa nastavom

*Likovne kulture.* Učenici/ce mogu koristiti različite kompjuterske aplikacije prikladne za ovaj uzrast, pretraživati internet u cilju izrade različitih zadataka, za izradu prezentacija i postera, što korelira sa sadržajima *Informatike*. Korelacija sa nastavom *Bosanskog jezika i književnosti, Hrvatskog jezika i književnosti, Srpskog jezika i književnosti* ogleda se kroz usvajanje novih pojmova vezanih za hemiju i pravilno pisanje i njihovo izgovaranje.

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kroz jasno definirane međupredmetne korelacije, učenici/ce razvijaju svijest o povezanosti različitih nauka i potrebi interdisciplinarnog rješavanja problema. Nadalje, kroz izvođenje eksperimenata razvija se radoznalost i interes za naučnim istraživanjima, kao i lični integritet kroz objektivno promatranje i zapisivanje eksperimentalnih rezultata i zapažanja. Razvija se, također, i svijest o odgovornosti prema sebi i drugima kroz poštivanje pravila zaštite i mjera opreza pri radu u laboratoriju.

## A

### Tvari

#### A.8.1

Istražuje hemijske i fizičke promjene tvari.

Upoređuje hemijske i fizičke promjene tvari na primjerima.

Istražuje promjene agregatnih stanja tvari.

Istražuje eksperimentalno hemijske reakcije (sinteza, analiza).

Razlikuje povratne od nepovratnih hemijskih reakcija tvari.

Razvrstava hemijske reakcije na egzotermne i endotermne, mjerenjem temperature.

HEM-3.1.2

#### A.8.2

Primjenjuje Zakon o održanju mase.

Objašnjava zakon o održanju mase.

Provjerava zakon o održanju mase na primjerima jednačina hemijskih reakcija.

Provjerava eksperimentalno zakon o održanju mase.

HEM-1.2.1

#### A.8.3

Koristi odgovarajuću terminologiju i simboliku za prikazivanje promjena tvari i stehiometrijska izračunavanja.

Zapisuje jednostavne hemijske jednačine hemijskih reakcija (sinteza, analiza).

Razlikuje stehiometrijske koeficijente od indeksa u hemijskim jednačinama.

Razlikuje pojmove: relativna atomska masa ( $A_r$ ), relativna molekulska masa ( $M_r$ ), molarna masa ( $M$ ) i količina tvari ( $n$ ).

Utvrdjuje vezu između mase tvari, količine tvari i broja jedinki.

HEM-1.1.4 HEM-1.2.3

#### A.8.4

Primjenjuje matematičko znanje i vještine.

Izračunava kvantitativne odnose između reaktanata i produkata na osnovu jednostavnih jednačina hemijskih reakcija.

Izračunava broj jedinki, masu i količinu tvari.

Određuje empirijsku i molekulsku formulu spoja na temelju zadatih podataka.

HEM-1.4.2

#### A.8.5

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

Demonstrira povratne i nepovratne procese (npr. promjene agregatnih stanja vode, gorenje papira).

Kreira grafičke i tabelarne prikaze rezultata mjerenja upotrebom IKT.

HEM-1.4.3

## KLJUČNI SADRŽAJI

Fizičke i hemijske promjene tvari; agregatna stanja tvari; hemijske reakcije; hemijske jednačine; reaktanti i produkti; hemijska analiza i sinteza; reakcija neutralizacije; egzotermne i endotermne reakcije; zakon o održanju mase; količina tvari (n); mol; molarna masa (M); broj jedinki (N); osnovni hemijski račun.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Učenicima/cama treba dati dovoljno vremena za proces konceptualnog razumijevanja hemijskih i fizičkih promjena. Pri tome treba koristiti odabrane primjere, a nastavu ponajviše organizirati kao praktični rad.

Kad je riječ o fizičkim osobinama tvari, jedna od njih je i agregatno stanje. Vrlo često se kod učenika/ca javlja miskonceptija da voda počinje isparavati tek kada dostigne temperaturu ključanja. Stoga je važno eksperiment topljenja leda i zagrijavanja vode do ključanja izvesti do kraja. Preporučuje se uvesti i čestični prikaz agregatnih stanja tvari, kao i animacije, jer česta je i miskonceptija da čestice u čvrstim tvarima u potpunosti miruju.

Nastavnik/ca treba naglasiti važnost hemijskih reakcija sinteze i analize. To su ključni aspekti u hemiji, posebno kada se govori o njoj primjeni u industrijskim procesima i u svakodnevnom životu. Da bi se neka sinteza u hemijskoj industriji izvela, potrebno je poznavati početne tvari, uvjete pri kojima se reakcija odvija, mehanizam reakcije i produkte. Primjer sinteze aspirina povezuje ovaj proces s poznatim pojmom iz svakodnevnog života, te naglašava važnost hemijske sinteze u farmaceutskoj industriji.

Na ovom nivou dovoljno je učenicima/cama na primjeru objasniti kako kod nepovratnih reakcija ne možemo dobiti polazne tvari natrag, dok povratne reakcije podrazumijevaju one kod kojih je moguće ponovno dobiti polazne tvari.

Jedan od fundamentalnih hemijskih zakona – zakon o održanju mase potrebno je svakako dokazati prikladnim eksperimentima. Kod kasnijih pisanja jednačina hemijskih reakcija potrebno je naglasiti da je to zapravo primjena zakona o održanju mase.

Uzorci jednog mola različitih tvari mogu očigledno pokazati kako je ta razlika u masi posljedica različite mase submikroskopskih čestica datih tvari.

Eksperimenti, koji se mogu izvesti u sklopu ove tematske cjeline su mnogobrojni. Nastavnik hemije ima tu prednost da podučavanje ovih koncepata može demonstrirati ali i učenike uključiti u izvođenje laboratorijskih eksperimenata. Kod hemijskih reakcija sinteze i analize mogu se izvoditi eksperimenti kao što su npr. gorenje magnezija, gorenje sumpora, reakcija željeza i sumpora, razlaganje amonij dihidromata, kalij permanganata, kalij hlorata, no to nikako ne iscrpljuje popis. Kao dobra ilustracija egzotermne reakcije može biti reakcija natrija s vodom (koju isključivo demonstrira nastavnik, ali učenici mogu očitati temperaturu nastalog rastvora), rastvaranje granula natrij hidroksida, dok primjeri endotermnih reakcija mogu biti već spomenute reakcije razlaganja kalij permanganata i kalij hlorata, za čije je odvijanje neophodno dovesti energiju. Zakon o održanju mase može se provjeriti jednostavnim eksperimentom između rastvora acetatne kiseline i natrij hidrogenkarbonata, pri čemu se na tikvicu navuče balon, kako nastali ugljik (IV)-oksid ne bi otišao u atmosferu. Povratni i nepovratni procesi mogu se demonstrirati na primjerima promjene agregatnih stanja vode, gorenja papira, gorenja svijeće, čime se također popis ne završava.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Poveznica sa nastavom *Matematike* ogleda se u izradi stehiometrijskih zadataka prikladnih za ovaj učenički uzrast. Pored toga, moguće je napraviti poveznicu sa nastavom *Informatike* kroz izradu različitih zadataka primjenom računara (izrada digitalnih prezentacija, učeničkih referata, postera), sa *Likovnom kulturom* (izrada prezentacija i postera, izrada modela), sa *Bosanskim jezikom i književnosti*, *Hrvatskim jezikom i*

književnosti, Srpskim jezicima književnosti (usvajanje novih pojmova vezanih za hemiju i pravilnog pisanja i izgovaranja), sa nastavom *Fizike* kroz obradu sadržaja o fizičkim promjenama tvari i agregatnih stanja tvari.

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Obradom ovih nastavnih sadržaja učenici/ce također razvijaju svijest o povezanosti različitih nauka i potrebi interdisciplinarnog rješavanja problema. Također se razvija i svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u industrijskim procesima. Kroz izvođenje eksperimenata razvija se interes za naučna istraživanja, te je jako važno nastaviti s takvom praksom kad god to uslovi dozvoljavaju. Naglašavanjem važnosti objektivnog promatranja i zapisivanja uočenih promjena, razvijaju se pozitivne osobine ličnosti učenika/ca. Razvija se, također, i svijest o odgovornosti prema sebi i drugima kroz poštivanje pravila zaštite i mjera opreza pri radu u laboratoriju.

## ► Osnovno ► 9.

### Godine učenja i podučavanja predmeta: 2

#### B

#### Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

##### B.9.1

Utvrđuje osobine, sastav i vrstu tvari.

Navodi najvažnije prirodne izvore pojedinih metala i nemetala.

Objašnjava fizičke i hemijske osobine metala i nemetala određene građom njihovih atoma / molekula.

Povezuje osobine metala, nemetala i njihovih spojeva sa njihovom praktičnom primjenom.

Koristi hemijsku simboliku za prikazivanje jednačina hemijskih reakcija metala, nemetala i njihovih spojeva.

HEM-2.1.1

##### B.9.2

Kritički razmatra upotrebu anorganskih tvari te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okolinu.

Navodi primjere upotrebe anorganskih tvari u svakodnevnom životu.

Analizira utjecaj anorganskih tvari na čovjekovo zdravlje i okoliš.

Navodi posljedice neracionalne upotrebe anorganskih tvari na okolinu.

HEM-1.3.3

##### B.9.3

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

Primjenjuje matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline anorganske tvari.

Izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline anorganske tvari.

Formulira istraživačko pitanje na temelju dostupnih podataka o metalima i nemetalima.

Postavlja hipotezu o očekivanim rezultatima eksperimentalnog istraživanja usklađenu sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca.

Provodi istraživanje koje uključuje promatranje i opisivanje određenih tvari u definiranim uslovima.

Prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenim uz pomoć IKT.

HEM-2.4.1 HEM-2.4.2

HEM-2.4.3



## KLJUČNI SADRŽAJI

Najvažniji prirodni izvori elemenata i spojeva; metalne i nemetalne osobine elemenata; alkalni metali - natrij (Na), zemnoalkalni metali: kalcij (Ca) i magnezij (Mg); nemetali: vodik (H), azot (N), kisik (O), ugljik (C); tehnički važni metali: željezo (Fe), aluminij (Al), bakar (Cu).

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Pri obradi nastavnih sadržaja preporučuje se polaziti od onoga što učenici/ce već znaju, te podsticati i usmjeravati njihovo razmišljanje na način da ih dovede do novih pitanja (problema). Do rješenja problema najbolje bi bilo doći izvođenjem eksperimenata, jer će na temelju vlastitih opažanja, mjerenja i znanja učenici/ce sami doći do novih saznanja. Preduvjet za izvođenje eksperimenata jeste njihova kvalitetna priprema, odnosno prethodna provjera svih uvjeta u kojima se eksperiment izvodi, kao i korištenih pribora i hemikalija.

Kako učenici/ce o sastavu Zemljine kore uče iz nastavnog predmeta *Geografija*, potrebno je povezati gradivo ova dva predmeta. Treba ih uputiti na činjenicu da su sastojci Zemljine kore neophodna baza sirovina u tehnološkoj proizvodnji nekih materijala, bez kojih je svakodnevni život nezamisliv (npr. staklo, cement, glina).

Građu periodnog sistema elemenata učenici/ce su savladali u osmom razredu; potrebno je to znanje povezati s konkretnim primjerima. Učenici/ce trebaju znati da je položaj metala i nemetala u periodnom sistemu elemenata određen njihovim osobinama.

Upotrebom savremenih nastavnih strategija i metoda (npr. igre asocijacije, kviz, pantomima) uputit će učenike/ce da sami istražuju osobine, upotrebu, dobivanje, reakcije i spojeve nemetala i metala te na taj način otkriti njihovu praktičnu primjenu i ulogu u svakodnevnom životu. Korisno je prikazati odgovarajuće kratke nastavne filmove (npr. dobivanje sirovog željeza i čelika, korozija).

Učenicima/cama se može zadati da istraže različite teme i predstave svoje istraživačke projekte. Na ovim primjerima može se provjeriti znanje pisanja hemijskih formula, naziva spojeva i hemijskih jednačina. Podatke za projekte učenici/ce mogu prikupiti laboratorijskim radom i primjenom IKT, u obradi i prikazivanju rezultata učeničkih istraživanja također se može primijeniti IKT (izrada grafičkih prikaza, tabela). Učenike/ce treba uputiti na istraživanje literature i upotrebu različitih izvora informacija (npr. internetski izvori). Informacije će kasnije koristiti da bi mogli kritički promišljati i stečena znanja povezivati sa znanjima koja su im potrebna u svakodnevnom životu. Veoma je važno da učenici/ce informacije do kojih su samostalno došli (na temelju onoga što su vidjeli, izmjerili, pronašli u literaturi) zadrže kao trajno znanje.

Od stehiometrijskih zadataka primjerenim ovom uzrastu učenika/ca, preporučuju se zadaci koji uključuju računanje mase, količine tvari, masenog udjela, uz naglašavanje potrebe korištenja odgovarajućih mjernih jedinica. Tako će učenici/ce moći razumjeti da su tačna i precizna mjerenja jedan od temelja hemije.

Eksperimenti koji su prikladni za tematsku cjelinu Anorganske tvari su brojni, i neki su već ranije navedeni. Osim njih, može se demonstrirati reakcija cinka i aluminija s jodom, reakcija aluminija sa rastvorom hloridne kiseline i natrij hidroksida, priprema rastvora sulfatne kiseline i mnogi drugi. Od učeničkih istraživanja primjerenih ovom uzrastu mogu se izdvojiti istraživanje procesa hrđanja željeza u definisanim uslovima (npr. na zraku, u vodi, u kiseloj i baznoj sredini, uz kontrolu temperature).

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji ove tematske cjeline koreliraju sa sadržajima nastavnih predmeta: *Geografija* (građa Zemljine kore), *Matematika* (različita stehiometrijska izračunavanja), *Fizika* (izračunavanja i mjerne jedinice), *Biologija* (sadržaji o uticaju različitih tvari na okolinu), *Informatika* (pretraživanje interneta, izrada učeničkih projekata u vidu prezentacija, postera, video materijala).



### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Mogućnost odgojnog djelovanja ogleda se kroz potencijalno razvijanje interesa za naučna istraživanja putem izvođenja eksperimenata u nastavi, razvijanje objektivnosti kroz pažljivo promatranje i zapisivanje eksperimentalnih podataka, te uviđanje važnosti pridržavanja mjera opreza pri radu u laboratoriju. Pored toga, učenici/ce razvijaju svijest o povezanosti različitih nauka kroz zajedničke teme koje se obrađuju u nastavi, te svijest o uticaju hemije na društveni i ekonomski razvoj.

## D

### Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

#### D.9.1

Objašnjava osobine, sastav i klase organskih spojeva.

HEM-4.1.1

Opisuje osobine, sastav i klase određenih organskih spojeva.

Klasificira zadane organske spojeve na temelju strukturne formule, funkcionalne grupe, naziva prema IUPAC nomenklaturi.

#### D.9.2

Analizira hemijske reakcije organskih spojeva.

HEM-4.1.3

Navodi funkcionalne grupe karakteristične za odabrane organske spojeve.

Objašnjava hemijske promjene organskih tvari na primjerima.

#### D.9.3

Primjenjuje hemijsku terminologiju i simboliku te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

HEM-1.4.2

Prikazuje molekulske, kondenzovane i strukturne formule organskih spojeva.

Prikazuje različitim crtežima, modelima i jednačinama osnovne hemijske reakcije organskih spojeva.

Imenuje organske spojeve koristeći IUPAC sistem nomenklature.

Koristi matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline Organske tvari.

#### D.9.4

Kritički razmatra upotrebu organskih tvari te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okolinu.

HEM-1.3.3

Opisuje primjere upotrebe organskih tvari u svakodnevnom životu.

Analizira uticaj organskih tvari na čovjekovo zdravlje i okoliš.

Objašnjava posljedice neracionalne upotrebe organskih tvari na okoliš (plastične mase, fosilna goriva).

#### D.9.5

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

HEM-3.4.1 HEM-3.4.2  
HEM-3.4.3

Izvodi oglede u okviru tematske cjeline Organski spojevi.

Postavlja istraživačko pitanje na temelju dostupnih podataka o organskim spojevima.

Postavlja hipotezu o očekivanim rezultatima eksperimentalnog istraživanja usklađenu sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca.

Provodi istraživanje koje uključuje promatranje i opisivanje određenih organskih spojeva u definiranim uslovima.

Prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenim uz pomoć IKT.

## KLJUČNI SADRŽAJI

Uvod u organsku hemiju; klasifikacija organskih spojeva; nafta; ugljikovodici (alkani, alkeni, alkini, aromatski ugljikovodici); organski spojevi sa kisikom (alkoholi, organske kiseline).

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kad god je to moguće, potrebno je za cilj nastavnog časa imati rješavanje odgovarajućeg problema ili dobivanje odgovora na neko pitanje koje može formulirati nastavnik/ca ili učenici/ce.

Organski spojevi su prisutni u svakodnevnom životu i potrebno je učenike/ce osposobiti da posmatraju, uočavaju i zapisuju svoja saznanja o njima. Pomoću primjera je učenike/ce potrebno poticati na uočavanje globalnih problema na osnovu kojih se kod njih razvija svijest i potiče ih se na promišljanje o vlastitoj budućnosti.

Postavljanjem pitanja o strukturi atoma ugljika na osnovu njegovog modela, s učenicima/cama se može diskutirati o njegovoj osobini da se spaja s drugim atomima ugljika. Potrebno je objasniti postojanje velikog broja organskih spojeva u odnosu na anorganske. Također, treba učenike/ce potaknuti da istražuju nalaženje ugljika u prirodi, njegove alotropske modifikacije, njihove osobine i upotrebu.

Kroz različite nastavne aktivnosti učenici/ce mogu upoređivati ugljikovodike i njihove osobine. Učenici/ce se mogu navoditi razgovorom na zaključivanje o pravilima njihovog imenovanja (prefiksi i sufiksi), uočavanje razlika u molekulskim i strukturnim formulama te zaključivanje o ovisnosti fizičkih osobina od strukture spoja.

Od hemijskih promjena koje uključuju organske spojeve, učenici/ce bi trebali znati reakcije supstitucije alkana (halogenima), adicije na alkene i alkine (vodika, halogena, halogenovodika), polimerizacije (uključujući prepoznavanje monomera u polimeru), te oksidacije organskih spojeva. Zapisivanjem hemijskih jednačina karakterističnih reakcija, učenici/ce povezuju znanja o osobinama organskih spojeva s načinom vezanja atoma vodika i kisika na atome ugljika. Primjeri trebaju biti jednostavni i primjereni uzrastu.

Učenici/ce na temu nafte mogu raditi male istraživačke projekte, te se tako može poticati samostalnost i interes za istraživački rad. Potrebno je istaći veliki značaj nafte kao goriva, ali i ukazati na nju kao na zagađivača zraka, vode i tla.

Aromatski ugljikovodici mogu se obraditi na primjeru benzena te istaknuti da je benzen veoma važna sirovina u organskoj hemijskoj industriji. Pri realizaciji nastavnih sadržaja o alkoholima, potrebno je naglasiti štetan uticaj konzumacije alkohola na zdravlje čovjeka ali i na odnose u porodici.

Eksperimenti koji se mogu izvesti u sklopu ove tematske cjeline su: karameliziranje šećera, dobivanje etina, ispitivanje rastvorljivosti benzena (ulje, voda), gorenje benzena, gorenje alkohola, rastvaranje alkohola u vodi, alkoholno vrenje, rastvaranje masti i ulja te mnogi drugi.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije sadržaja iz organske hemije ostvaruju se sa nastavnim predmetom *Biologija* (zagađenje okoliša; fermentacija), *Matematika* (izrada različitih računskih zadataka), *Informatika* (istraživanje informacija dostupnih na Internetu u svrhu izrade učeničkih projekata, prikazivanje rezultata istraživanja; prezentacija projekata), *Likovna kultura* (izrada ili crtanje modela), *Bosanski jezik i književnost*, *Hrvatski jezik i književnost*, *Srpski jezik i književnost* (sposobnost komuniciranja, gramatički pravilno izražavanje, prezentiranje, usvajanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za termine iz hemije).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kroz praktični rad i izvođenje eksperimenata, kod učenika/ca se razvija svijest o primjeni znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesijama. Također, razvija se sposobnost komuniciranja, uvažavanja

različitih mišljenja, sposobnost za timski rad. Učenici/ce postaju svjesni ograničenja koje nauka ima, te u skladu s tim i potrebe za cjeloživotnim učenjem. Razvija se i svijest o značaju i uticaju hemije i proizvoda hemijske industrije u civiliziranom društvu, općenito.

## D

### Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

#### D.9.1

Objašnjava osobine, sastav i klase organskih spojeva.

HEM-4.2.1

Navodi primjere biološki važnih organskih spojeva u svakodnevnom životu.

Objašnjava osobine, sastav i klase biološki važnih organskih spojeva.

Objašnjava značaj i ulogu biološki važnih organskih spojeva u organizmu.

#### D.9.2

Objašnjava hemijske promjene biološki važnih organskih spojeva.

HEM-4.2.2

Navodi funkcionalne grupe karakteristične za odabrane biološke organske spojeve.

Objašnjava hemijske promjene biološki važnih organskih spojeva na primjerima reakcija.

#### D.9.3

Primjenjuje hemijsku simboliku i terminologiju.

HEM-2.4.3

Prikazuje molekulske i strukturne formule biološki važnih organskih spojeva.

Prikazuje različitim crtežima, modelima i jednačinama osnovne hemijske reakcije biološki važnih organskih spojeva.

#### D.9.4

Analizira promjenu energije u biohemijskim sistemima.

HEM-4.3.1

Navodi primjere pretvaranja energije unutar organizma.

Objašnjava promjene energije u biohemijskim sistemima.

#### D.9.5

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

HEM-4.3.1 HEM-4.3.3

Izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Biološki važne organske tvari.

Formulira istraživačko pitanje na osnovu dostupnih podataka o biološki važnim organskim spojevima.

Postavlja hipotezu o očekivanim rezultatima eksperimentalnog istraživanja usklađenog sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca.

Provodi istraživanje koje uključuje promatranje i opisivanje određenih biološki važnih organskih spojeva u definiranim uslovima.

Prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenim uz pomoć IKT.

### KLJUČNI SADRŽAJI

Ugljikohidrati (monosaharidi, disaharadi, polisaharidi); masti i ulja; sapuni; deterdženti; aminokiseline; proteini; enzimi.

**1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice**

Nastavne sadržaje iz ove tematske cjeline potrebno je povezati sa predznanjem učenika/ca iz nastavnog predmeta *Biologija* (masti, ulja, glukoza, fruktoza, saharoza, škrob, celuloza, proteini, enzimi). Nepotrebno je zahtijevati od učenika/ca da uče napamet strukturne hemijske formule biološki važnih spojeva jer im nisu neophodne u osnovnoj školi.

Pri obradi gradiva, potrebno je težište staviti na ulogu ugljikohidrata, masnoća i proteina u živom svijetu. Učenici/ce mogu samostalno izvoditi neke jednostavne eksperimente, dok neke treba demonstrirati nastavnik/ca.

Obradu sadržaja vezanih za masti i ulja treba povezati sa svakodnevnom ishranom. Može se razvijati interes za ovu tematiku kroz učenička istraživanja, npr. u domaćinstvu mogu pronaći namirnice bogate masnoćama, zabilježiti njihovu kaloričnu vrijednost i procijeniti njihov uticaj na zdravlje.

Obrada nastavnih sadržaja vezanih za sapune i deterdžente podrazumijeva da učenici/ce shvate sličnost u strukturi molekula ovih spojeva i načine njihovog dobivanja. Učenici/ce mogu izvoditi jednostavne eksperimente dobivanja sapuna i ispitivanja njihovih osobina. Mogu istražiti historijski razvoj nastajanja sapuna, njihovu primjenu nekad i sada.

Važno je učenicima/cama istaknuti da su proteini prirodni polimeri, da su oni osnova svih živih organizama. Potrebno je upoznati njihovu osnovnu građu, podjelu te značaj za život čovjeka kroz primjere. Sastojak su krvi (hemoglobin, globulini), namirnica (gluten, albumin, kazein), DNK i RNK. Učenicima je potrebno objasniti pojam enzima i njihovo djelovanje u biohemijskim procesima i povezati sa prethodnim znanjima iz predmeta *Biologija*.

Od stehiometrijskih zadataka u ovoj nastavnoj cjelini mogu se raditi zadaci koji uključuju izračunavanje masenog udjela elemenata u spojevima.

Eksperimenti koji se mogu izvesti u sklopu ove tematske cjeline su: redukcijske osobine glukoze, reakcija saharoze i koncentracija sulfatne kiseline, priprema rastvora škroba, denaturacija proteina, dokazivanje prisustva proteina u mesu u mlijeku te mnogi drugi.

**2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

Sadržaji ove tematske cjeline povezani su, prije svega sa predmetom, *Biologija* (proteini, enzimi, fotosinteza). Pored toga, postoji i korelacija sa predmetima *Matematika* (kroz prikupljanje i obradu podataka u učeničkim istraživanjima, izračunavanje masenog udjela elemenata u spojevima), *Informatika* (prikazivanje podataka grafički i tabelarno, izrada prezentacija učeničkih projekata, izrada videa), *Likovna kultura* (izrada učeničkih projekata na panoima ili na kompjuteru), *Bosanski jezik i književnost*, *Hrvatski jezik i književnost*, *Srpski jezik i književnost* (sposobnost komuniciranja, gramatički pravilnog izražavanja, prezentiranja, usvajanja i utvrđivanja pravopisnih pravila vezanih za termine iz hemije), *Historija* (historijski razvoj različitih tehnologija dobivanja i prerade).

**3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Kroz izradu različitih učeničkih projekata razvija se svijest o primjeni znanja u svakodnevnom životu, o povezanosti između različitih nauka i naučnih disciplina. Također se razvija sposobnost komuniciranja, uvažavanja različitih mišljenja, sposobnost za timski rad. Učenici/ce postaju svjesni ograničenja koje nauka ima, te u skladu s tim i potrebe za cjeloživotnim učenjem. Razvija se i svijest o značaju hemije za osnovne životne procese u ljudskom organizmu.

## B

### Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.9.1

Analizira uticaj hemijskih tvari na okolinu.

Navodi primjere promjena u okolišu kao posljedicu hemijskih djelovanja.

Istražuje promjene u okolišu metodom posmatranja.

Predlaže mjere unapređenja zaštite okoliša (pravilno skladištenje otpadnog materijala, recikliranje).

Argumentira doprinos hemije u zaštiti okoliša.

Uočava primjere racionalnog korištenja tehnologije u cilju očuvanja okoliša i nužnosti pronalaženja "zelenih tehnologija".

HEM-1.3.2

#### KLJUČNI SADRŽAJI

Zagađenje okoliša; održivi razvoj; zelena hemija; zaštita okoliša; gospodarenje otpadom; reciklaža.

#### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

##### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Realizacija ovih nastavnih sadržaja može se provesti u obliku radionica, istraživanja, izradom i predstavljanjem malih projekata u kojima će učenici/ce pokazati razvijanje svijesti o potrebi očuvanja i zaštite okoliša. Učenicima/cama treba skrenuti pažnju na povezanost ovih nastavnih sadržaja sa sadržajima iz drugih nastavnih predmeta, te da se učenje ne završava kada se napusti školska zgrada. Potrebno je da upoznaju glavne zagađivače zraka, vode i tla, glavne izvore zagađivanja, njihov uticaj na živi svijet ali i to, kako naše ponašanje utiče na biljke, životinje, hranu i zrak.

Očiglednost u nastavi hemije postiže se primjenom eksperimenata, slika, filmova, tabela i modela.

Na ekološke probleme potrebno je ukazivati odgovarajućim primjerima iz svakodnevnog života. Učenicima/cama je potrebno omogućiti uključivanje u ekološke akcije zaštite okoliša i pošumljavanje.

Od eksperimenata koji su prikladni za ove nastavne sadržaje izdvaja se filtriranje, promatranje zamućenosti različitih uzoraka vode, ispitivanje kiselosti, prisustva amonijaka i nitrita u različitim uzorcima vode i općenito u životnoj sredini. Nešto dugotrajniji učenički interdisciplinarni projekti uključuju ispitivanje djelovanja različitih štetnih tvari iz tla na rast biljaka. Izrada učeničkih projekata je od velike važnosti.

Moguće je provesti učenička istraživanja na temu koliko industrija utiče na zagađenje, te razvijati kritičko mišljenje o potrebi takvih pogona za jednu državu, kroz nužnost proizvoda tih industrija, njihovim uticajem na ekonomiju (zapošljavanje, radna mjesta) ali i na okoliš. Važno je da učenici/ce shvate potrebu za razvojem i upotrebom industrije u ekonomskom smislu, ali i da je svakodnevno potrebno ukazivati na ekološke probleme do kojih dolazi i potrebu pronalaženja rješenja za njih.

##### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Učenicima/cama treba skrenuti pažnju na povezanost nastavnih sadržaja sa sadržajima nastavnih predmeta: *Biologija* (očuvanje okoliša, ekološke teme), *Matematika* (ekonomski aspekti razvoja industrije).

##### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kroz izradu različitih učeničkih projekata razvija se svijest o potrebi očuvanja i zaštite okoliša, o povezanosti između različitih nauka i naučnih disciplina, o tome da i kao pojedinci mogu, počevši od sebe, djelovati na zajednicu u cilju afirmacije održivog razvoja. Razvija se i sposobnost komuniciranja, uvažavanja različitih mišljenja, sposobnost za timski rad. Učenici/ce postaju svjesni ograničenja prirodnih resursa i potrebe

njihovog očuvanja, racionalnijeg korištenja, kao i pronalaska alternativnih izvora energije, te u skladu s tim i potrebe za cjeloživotnim učenjem. Razvija se i svijest o značaju hemije i poznavanja hemijskih principa u nastojanjima da za nas i za buduće generacije omogućimo održivi razvoj u skladu s potrebama.

## Srednje obrazovanje – Opća gimnazija

### ► Srednje ► I.

#### Godine učenja i podučavanja predmeta: 3

## A

### Tvari

#### A.I.1

Primjenjuje odgovarajuće mjere opreza i pravilno koristi zaštitnu opremu.

Opisuje potencijalne opasnosti u hemijskom laboratoriju i odgovarajući postupak rješavanja svake od njih.

Primjenjuje pravila ponašanja u hemijskom laboratoriju.

Izvodi laboratorijske eksperimente primjenjujući mjere opreza i zaštite.

HEM-1.4.1

#### A.I.2

Demonstrira vještine mjerenja i organiziranog bilježenja dobivenih podataka.

Demonstrira vještine planiranja i provođenja eksperimentalnog istraživanja koristeći laboratorijsku opremu i pribor.

Koristi odgovarajuće instrumente, laboratorijsko posuđe i pribor u prikupljanju podataka.

Koristi jedinice Međunarodnog sistema mjernih jedinica i prihvaćene izvedene jedinice u hemiji.

Primjenjuje pravila određivanja značajnih cifri u dobivenom rezultatu.

HEM-1.4.3

#### A.I.3

Predstavlja rezultate i podatke u jasnim i razumljivim formama.

Izrađuje laboratorijski izvještaj za provedeno istraživanje u zadanom obliku.

Prikazuje dobivene rezultate tabelarno i grafički.

### KLJUČNI SADRŽAJI

Rad u hemijskom laboratoriju (pravila sigurnosti i zaštite u hemijskoj laboratoriji, laboratorijski pribor i oprema).

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Različiti su razlozi izbjegavanja praktičnog laboratorijskog rada u nastavi hemije u osnovnim i srednjim školama; jedan od njih je (sasvim opravdan) briga za sigurnost učenika/ca. U vezi s tim, učenike/ce je potrebno upoznati s potencijalnim rizicima i opasnostima koje nosi određeni hemijski eksperiment, te insistirati na primjeni mjera opreza prilikom izvođenja eksperimenata. To podrazumijeva da je nastavnik/ca istražio sve potencijalne opasnosti. Za učenike/ce je važno da nauče šta podrazumijevaju oznake LD 50, MDK, te da odgovarajuće informacije o pojedinim hemikalijama korištenim u eksperimentu mogu naći u sigurnosnim listovima (MSDS, SDS), dok nastavnici mogu koristiti upute za rad u laboratoriju izdate od strane

Američkog hemijskog društva (ACS: <https://www.acs.org/content/acs/en/chemical-safety/teach-and-learn/high-school.html>).

Izvođenje eksperimenta ne smije biti svrha sama sebi; jedan od ciljeva praktičnog rada jeste razvijanje vještina rukovanja laboratorijskim posuđem, hemikalijama, instrumentima. Razumljivo je da se praktičan rad ne može primijeniti u svim situacijama; nastavnik/ca je taj koji je kompetentan procijeniti kada i u kom obliku praktični laboratorijski rad treba primijeniti u nastavi hemije. Treba razmotriti korištenje online alata u situacijama gdje je praktičan rad teško izvodljiv (npr. virtualni laboratorij koji se pokazao korisnom posebno kod eksperimenata sa skupim i po zdravlje potencijalno opasnim tvarima).

Učenici/ce se ovdje uče kako izraditi laboratorijski izvještaj o provedenom eksperimentu, kako predstaviti rezultate, te na osnovu kojih parametara se može neki rezultat odbaciti kao nepouzdan. Na taj način uče kako provoditi istraživačke projekte, koji se mogu realizirati u saradnji sa nastavnicima biologije, fizike i drugih nastavnih predmeta.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost očita je sa nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom kompjutera, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih SI jedinica, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, poštivanje mjera opreza), *Biologije* (eksperimentalna znanja i vještine laboratorijskog rada, pridržavanje mjera zaštite i opreza u laboratoriju), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Sigurnost i poštivanje mjera opreza o kojima se vodi računa u razredu, kod učenika/ca razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite i u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji kako u cilju vlastite zaštite tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata (ne uzimati u obzir samo one koji idu u prilog, odnosno procijeniti na osnovu kojih kriterija se neki rezultat može odbaciti kao nepouzdan), svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također, razvija se sposobnost kritičkog i kreativnog mišljenja kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno nezadovoljavajuće rezultate.

### A

#### Tvari

##### A.1.1

Istražuje osobine, sastav i vrstu tvari.

Razlikuje čiste tvari i smjese tvari na osnovu sastava.

Predlaže i provodi postupak razdvajanja tvari iz smjese na osnovu poznavanja hemijskog sastava smjese i osobina sastojaka.

Analizira vrste i osobine disperznih sistema.

Povezuje osobine disperznih sistema s njihovom primjenom u svakodnevnom životu.

Upoređuje tvari po sastavu, vrsti i osobinama.

HEM-2.1.1



### A.1.2

Primjenjuje hemijsku nomenklaturu i simboliku.

Analizira i piše hemijske formule binarnih i poliatomskih spojeva.  
Imenuje spojeve koristeći IUPAC sistem nomenklature.  
Kvalitativno i kvantitativno analizira hemijske simbole i hemijske formule.  
Određuje empirijsku i molekulsku formulu spoja na temelju podataka o masenim udjelima elemenata i relativne molekulske mase spoja.

HEM-1.1.1

### A.1.3

Primjenjuje matematička znanja i vještine.

Izračunava kvantitativni sastav smjese tvari iz zadanih podataka (maseni udio, masena i količinska koncentracija).  
Izračunava uticaj rastvorene tvari na koligativne osobine rastvora.  
Primjenjuje hemijski račun za pripremu rastvora određenog sastava razblaživanjem ili rastvaranjem čvrste tvari.

HEM-1.4.2

### A.1.4

Analizira osobine oksida, kiselina, baza i soli primjenom laboratorijskih vještina kao i hemijske simbolike i terminologije.

Definira kiseline i baze po Arrheniusu, Brønsted-Lowryju i Lewisu.  
Objašnjava djelovanje pufera na primjerima.  
Upoređuje kiseline, baze i pufere po njihovom sastavu i osobinama.  
Ispituje primjenom indikatora svakodnevne tvari te ih razvrstava na kisele ili bazne.  
Kritički razmatra upotrebu oksida, kiselina, baza i soli te njihov uticaj na okolinu.  
Prikazuje jednačinama hemijskih reakcija karakteristične reakcije kiselina, baza i soli.

HEM-1.1.2 HEM-2.1.1

## KLJUČNI SADRŽAJI

Hemija i prirodne nauke; eksperimentalni svijet hemije; klasificiranje tvari; razlike između spoja i smjese; fizičke i hemijske osobine tvari; izračunavanje sastava smjese; hemijski simboli elemenata; hemijske formule; nazivi binarnih hemijskih spojeva; podjela disperznih sistema; pravi rastvori; nezasićeni, zasićeni i prezasićeni rastvori; razblaživanje rastvora; tačka ključanja i tačka mržnjenja rastvora; difuzija; osmoza i osmotski pritisak; elektroliti i neelektroliti; oksidi i njihove reakcije sa vodom; kiseline i baze; reakcije neutralizacije; indikatori kiselina i baza; disocijacija kiselina, baza i soli; koloidno disperzni sistemi (optička svojstva koloidnih rastvora, stabilnost koloidnih rastvora, dijaliza); procentni sastav i određivanje formule spoja; empirijska i molekulska formula; maseni udio elemenata u spoju; količina tvari; mol; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Eksperimenti su ključni u realizaciji većine ishoda ove tematske cjeline, jer se tako naglašava važnost laboratorijskog rada i izbjegava učenje činjenica napamet. Eksperimenti se ne moraju nužno ograničiti na učionicu: učenici/ce kod kuće mogu izvesti neke eksperimente i o njima izvjestiti na sljedećem nastavnom času (prikazati video ili fotografije). Takvi eksperimenti su mnogobrojni; neki od njih su: zagrijavanje smjese leda i vode i bilježenje temperature u određenim vremenskim intervalima, reakcija između natrij-hidrogenkarbonata i rastvora acetatne kiseline, ispitivanje kiselinsko-baznih osobina tvari koje se nalaze u domaćinstvu pomoću prirodnih indikatora, određivanje gustoće zlatnog nakita i procjena je li nakit zaista zlatni i brojni drugi.



Kada god je to moguće, nastavnik/ca treba povezati sadržaje s primjenom u svakodnevnom životu ili u budućem profesionalnom razvoju učenika/ca; na taj način učenici/ce će uvidjeti da je primjena hemije zaista široka i nezaobilazna.

Gdje god je to moguće, nastavnik/ca bi trebao povezivati sva tri nivoa predstavljanja hemijskih pojmova (makroskopski, submikroskopski i simbolni), kako bi učenici/ce uvidjeli povezanost između njih i na taj način im se olakšalo konceptualno razumijevanje hemijskih pojmova. Koristan alat mogu biti aplikacije i softveri s interneta (npr. VisChem, Connected Chemistry).

Eksperimenti vezani za ovu tematsku cjelinu su također planirani i u osnovnoj školi. U srednjoj školi bi svakako trebalo planirati izvođenje onih eksperimenata koje učenici/ce nisu imali priliku vidjeti/izvesti u osnovnoj školi (razdvajanje tvari iz smjese filtriranjem, sublimacijom, destilacijom, ispitivanje kiselosti i bazičnosti vodenih rastvora različitih tvari kiselinsko-baznim indikatorima, priprema rastvora zadane masene ili količinske koncentracije ili masenog udjela, te brojni drugi, o čemu svakako odlučuje nastavnik/ca imajući u vidu opremljenost kabineta hemije u školi ali i psihofizički uzrast učenika/ca.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Hemija se kroz ove nastavne sadržaje povezuje sa predmetima *Fizika* (fizičke promjene, mjerenja, SI jedinice, optička svojstva koloida), *Matematika* (različita izračunavanja vezana za eksperimente), *Biologija* (difuzija, puferi), *Informatika* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o interdisciplinarnosti, odnosno povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes za njeno izučavanje u kontekstu u kojem se percipira u budućnosti.

## A

### Tvari

#### A.1.1

Analizira građu tvari.

Hronološki opisuje saznanja o građi atoma i unapređenja modela atoma.

Razlikuje sljedeće pojmove: atomski i maseni broj, izotop, izoelektronska čestica.

Razlikuje amorfnе tvari, kristale, polimorfe i alotrope.

#### HEM-1.1.2

#### A.1.2

Analizira vrste i karakteristike hemijskog vezivanja.

Razlikuje hemijske veze i međumolekulske interakcije.

Povezuje fizičke i hemijske osobine tvari iz svakodnevnog života sa građom: česticama koje grade tvari (atomi i molekule), tipom hemijske veze i međumolekulskim interakcijama.

Predviđa prirodu veze (nepolarna kovalentna, polarna kovalentna, ionska) na osnovu koeficijenta elektronegativnosti atoma.

Upoređuje fizičke osobine ionskih i molekulskih spojeva (npr. NaCl i HCl).

Predviđa kako se mijenjaju atomski radijus, energija ionizacije i elektronski afinitet atoma elemenata u grupi i kroz periode periodnog sistema elemenata.

#### HEM-1.1.3 HEM-3.1.1

### A.I.3

Primjenjuje hemijsku simboliku pri objašnjavanju građe tvari.

Koristi hemijsku simboliku prilikom prikazivanja obrazovanja hemijskih veza.

Prikazuje elektronske konfiguracije električki neutralnih i naelektrisanih atomskih vrsta s obzirom na položaj u periodnom sistemu elemenata.

Izrađuje modele molekulskih spojeva koji sadrže jednostruke i višestruke veze (npr. CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) i modele ionskih spojeva (npr. NaCl).

Određuje valentne i oksidacione brojeve elemenata u hemijskim formulama.

HEM-1.1.1

### A.I.4

Primjenjuje matematička znanja i vještine.

Izračunava broj subatomske čestice u zadanim atomima i ionima na osnovu ponuđenih podataka.

Izračunava prosječnu atomsku masu iz podataka o zastupljenosti izotopa.

Izračunava masu atoma ili molekula, relativnu atomsku masu ili relativnu molekulsku masu na osnovu zadanih podataka.

HEM-1.4.2

## KLJUČNI SADRŽAJI

Priroda tvari; Rutherfordov model atoma; Moseleyev zakon; proton, neutron; atomski broj, izotopi, masa atoma; mase najsitnijih čestica; unificirana atomska jedinica mase (u); relativna atomska masa (Ar); relativna molekulska masa (Mr); elektronski omotač atoma (linijski spektar, spektar atoma vodika, podljuske, orbitale i spin elektrona, elektronska konfiguracija); periodni sistem elemenata i elektronska konfiguracija atoma; ionska veza; kovalentna veza (jednostruka kovalentna veza, geometrija molekula, višestruke veze); osobine ionskih i kovalentnih spojeva; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

S obzirom na to da su se sadržaji o građi tvari već podučavali u osnovnoj školi, potrebno je procijeniti učeničko razumijevanje ovih pojmova te imati to na umu prilikom obrade ovih nastavnih sadržaja.

Cilj izučavanja gradiva o podljuskama, emisijskim i apsorpcijskim spektrima, orbitalama i spinu jeste priprema za tumačenje prirode ionske, kovalentne i metalne veze. Nije potrebno zahtijevati pisanje elektronskih konfiguracija atoma prelaznih elemenata jer to znanje učenici/ce neće imati prilike primijeniti; važno je da shvate da postoji zakonitost popunjavanja energetskih nivoa u atomu u osnovnom stanju. Za razumijevanje prirode hemijskih veza dovoljno je poznavati broj valentnih elektrona. Učenicima/cama se može spomenuti vjerovatnoća nalaženja elektrona u prostoru atoma, ali samo s ciljem mijenjanja predodžbe o putanjama u atomu i predodžbom o vjerovatnoći nalaženja elektrona.

Važno je da učenici/ce razumiju značenje pojma relativna atomska masa, da znaju odnose veličine atoma i njihovih iona, te da uvide logiku prilikom svrstavanja elemenata u periodni sistem elemenata (PSE).

Kod podučavanja hemijskih veza, važno je da učenici/ce razumiju da su ionskom vezom povezani ioni, da tom vezom nastaju ionski spojevi koji na makroskopskom nivou čine ionske kristale, te da formulska jedinica određenog ionskog spoja nije molekula. Također je važno da razumiju važnost koordinacijskog broja određenog iona. Kod kovalentne veze učenici/ce trebaju shvatiti pravilo okteta, ali nastavnici trebaju imati na umu da ovo pravilo vrijedi samo za elemente prve kratke periode. Nakon što učenici/ce shvate da jedna crtica označava jedan elektronski par, treba preći na prikaz strukturnih formula samo pomoću valentnih crtica. Objašnjenje kovalentne veze korištenjem različitih simbola za elektrone različitih atoma treba ograničiti samo na početak obrade ovih sadržaja, jer kasnije kviri predodžbu kovalentne veze kod učenika/ca. Osim strukturnih formula koristan alat su i kalotni modeli jer ilustriraju omjer radijusa atoma, valentne uglove, te pokazuju kako elektronski oblaci atoma prodiru jedan u drugi, što doprinosi boljem

razumijevanju pojma zajedničkog elektronskog para jer sugerira da svi elektroni na neki način pripadaju molekuli, a ne izoliranim atomima.

Učenike/ce treba poučiti kako na osnovu podataka o elektronegativnosti mogu procijeniti kada nastaje polarna kovalentna veza, a kada je ta veza ionska. Važno je razjasniti pojmove ionski radijus (radijus iona), kovalentni radijus (polovina razmaka između središta istovrsnih atoma u molekuli), te dužina veze (razmak između dva istovrsna atoma u molekuli). Kod obrade međumolekulskih interakcija, učenicima/cama se trebaju naglasiti vrste privlačnih sila među molekulama, te da je udio disperzijskih sila najveći; kod obrade vodikovih veza treba obratiti pažnju na ulogu vodikovih veza u prirodi i u životnim procesima. Jako je važno da učenici/ce uoče razliku u jačini međumolekulskih veza u odnosu na ionsku i kovalentnu.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U ovoj tematskoj cjelini moguća je povezanost sadržaja sa predmetima *Fizika* (građa atoma, Paulijev princip, spektri), *Historija* (historijski razvoj spoznaje o atomu, molekuli, povijesne činjenice o otkriću i porijeklu imena hemijskih elemenata, otkriće PSE), *Matematika* (različita stehiometrijska izračunavanja), *Likovna kultura* (izrada modela, izrada prezentacija projekata, postera), *Bosanski jezik i književnost*, *Hrvatski jezik i književnost*, *Srpski jezik i književnost* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju), *Informatikom* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom kompjutera, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Učenici/ce zainteresirani za prirodne nauke ove sadržaje mogu dodatno istražiti i prezentirati razredu. Na taj se način razvija sposobnost izlaganja mišljenja i stavova, razvija se samopouzdanje u vlastite sposobnosti, te učenici/ce uče kako učiti. Razvija se i sposobnost samoprocjene uloženog truda, zalaganja i stečenog znanja te se na osnovu toga može planirati buduće učenje. Ako se učenički rad organizira u grupi, razvija se i sposobnost komunikacije s drugima, saradnje, te spremnosti da zatraži ili pruži pomoć kolegi u timu. Pored toga, kao i kod drugih nastavnih sadržaja, razvija se svijest učenika/ca o povezanosti nauka i naučnih disciplina, o potrebi primjene znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesionalnim opredjeljenjima, kao i potreba za cjeloživotnim učenjem uslijed konstantnog napretka nauke.

## A

### Tvari

#### A.1.1

Analizira fizičke i hemijske promjene tvari.

Razlikuje hemijsku analizu i sintezu, reverzibilne i ireverzibilne te egzotermne i endotermne procese.

Navodi primjere egzotermnih i endotermnih reakcija.

Analizira hemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari (npr. reakcije neutralizacije, reakcije taloženja, redoks reakcije).

Analizira promjene agregatnih stanja tvari na makroskopskom i čestičnom nivou.

Procjenjuje praktičnu primjenu hemijskih reakcija u određenoj struci (npr. farmacija, poljoprivreda, šumarstvo, veterina, medicina) i njihov uticaj na zdravlje i okolinu.

Objašnjava promjenu energije pri fizičko-hemijskim promjenama tvari.

HEM-3.1.2

<p><b>A.I.2</b> Analizira promjene tvari i razmjenu energije između sistema i okoline.</p>	<p>Razlikuje sistem od okoline te načine izmjene tvari i energije. Analizira izmjenu energije između sistema i okoline tokom fizičkih i hemijskih promjena. Koristi grafički prikaz pri ilustraciji promjene energije.</p>
<p>HEM-3.2.3</p>	
<p><b>A.I.3</b> Analizira osnovne stehiometrijske zakone.</p>	<p>Objašnjava stehiometrijske zakone na konkretnim primjerima. Povezuje rezultate eksperimenata sa stehiometrijskim zakonima.</p>
<p>HEM-1.2.1 HEM-1.2.2 HEM-1.2.3</p>	
<p><b>A.I.4</b> Koristi odgovarajuću hemijsku terminologiju i simboliku.</p>	<p>Objašnjava značenje količine tvari i njene mjerne jedinice, mola. Prikazuje hemijske promjene jednačinama hemijskih reakcija.</p>
<p>HEM-1.1.4</p>	
<p><b>A.I.5</b> Primjenjuje matematička znanja i vještine.</p>	<p>Izračunava odnose i vrijednosti količina, masa i volumena učesnika hemijske reakcije na osnovu jednačine hemijske reakcije. Izračunava količinu, masu i molarnu masu tvari te broj čestica i molarni volumen plina. Primjenjuje jednačinu stanja idealnih plinova u računskim zadacima. Objašnjava odnos limitirajućeg reaktanta i reaktanta u suvišku pri stehiometrijskom izračunavanju. Kombinuje matematičke izraze pri rješavanju složenih stehiometrijskih zadataka.</p>
<p>HEM-1.4.2</p>	
<p><b>A.I.6</b> Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama</p>	<p>Izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline Promjene tvari. Analizira i interpretira podatke, grafikone i druge oblike informacija relevantnih za hemijske reakcije.</p>
<p>HEM-1.4.3</p>	

## KLJUČNI SADRŽAJI

Fizičke i hemijske promjene tvari; četiri osnovna stehiometrijska zakona; Daltonova atomska teorija; Avogadrov zakon; broj jedinki (N); količina tvari (n); molarna masa (M); molarni volumen plinova (Vm); Avogadrov broj; Avogadrova konstanta (NA); jednačina stanja idealnih plinova; izračunavanje na osnovu jednačine hemijske reakcije; limitirajući reaktant; iskorištenje i prinos hemijske reakcije; jednačine hemijskih reakcija; reakcije taloženja; reakcije rastvaranja taloga; reakcije razlaganja; redoks reakcije; oksidacijski broj; vrste redoks reakcija; egzotermne i endotermne reakcije; entalpija; kalorimetrija; stehiometrijska izračunavanja.

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kod obrade nastavnih sadržaja vezanih za količinu tvari, važno je da učenici/ce razumiju značenje pojma količina tvari, da povezuju količinu, masu i broj čestica, te kod plinova i molarni volumen. Kako bi učenici/ce razumjeli važnost jednačina hemijskih reakcija, potrebno je izvoditi eksperimente te koristiti submikroskopske prikaze.

Prilikom izrade zadataka važno je tražiti od učenika/ca ispravno pisanje svih matematičkih izraza i hemijskih jednačina, te naglasiti da u jednačinama obavezno treba naznačiti agregatno stanje reaktanata i produkata reakcije; kasnije će ta navika biti korisna za lakše razumijevanje ravnoteže hemijskih reakcija.

Razumijevanje pojma *mol* ključno je za nastavu hemije općenito, a posebno za računanje. Pojam je apstraktan, pa se njegovo razumijevanje može olakšati korištenjem analogija iz svakodnevnog života. Učenicima/cama treba na više načina ilustrirati koliko je velik Avogadrov broj. Kod podučavanja ovih pojmova treba svakako navoditi učenike/ce na izvođenje eksperimenata, za što je potrebna vaga određene tačnosti. Učenička mjerenja mogu se upoređivati s literaturnim vrijednostima, te procijeniti pogreške što omogućava kritičko procjenjivanje vlastitih rezultata.

Kao reaktant i/ili kao produkt mnogih hemijskih reakcija javljaju se plinovi. Eksperimenti koji uključuju međusobne reakcije plinova ili oslobađanje plinova bi svakako trebalo izvesti. Postoje mnogi takvi eksperimenti, koji nisu zahtjevni, prikladni su za rad u grupama i zahtijevaju samo osnovni laboratorijski pribor i tehničku vagu.

Izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija često predstavljaju problem učenicima/cama. Pored toga, algoritamsko rješavanje zadataka ne podrazumijeva njihovo konceptualno razumijevanje. Važno je ispitati eventualne učeničke miskoncepcije, te ih imati na umu prilikom podučavanja.

Korisno je izvođenje eksperimenata uporedbe jačine različitih kiselina. Učenički projekti, koji uključuju neutralizaciju kiselina i baza, učenicima/cama su puno zanimljiviji od titracije.

Mnogi nastavnici uvode pojam oksidacije i redukcije kod reakcija različitih elemenata s kisikom, na što se nadovezuju reakcije metala s vodom i kiselinama. Ono što može voditi ka miskoncepcijama jesu definicije reakcija oksidacije kao (i) reakcija s kisikom, (ii) gubitak elektrona, (iii) porast oksidacijskog broja, a u skladu s tim i reakcija redukcije. Određivanje oksidacijskog broja uglavnom se obrađuje kroz primjenu seta pravila što ne rezultira razumijevanjem; preporučuje se davanje primjera različitih spojeva učenicima/cama na temelju kojih oni mogu sami uvidjeti pravila.

U podučavanja energetske promjene hemijskih reakcija, važno je da učenici/ce prilikom izvođenja eksperimenta uoče egzotermne i endotermne reakcije, kako bi kvalitativno povezali oslobađanje ili potrošnju toplote s jačinom veze između atoma u česticama produkata i reaktanata. Iz energetskih dijagrama mogu otkriti je li određena reakcija egzotermna ili endotermna.

U ovoj tematskoj cjelini naglasak je na demonstriranju stehiometrijskih zakona, tako da nastavnik/ca može izabrati ranije navedene eksperimente, ali i druge koje smatra prikladnim za tematsku cjelinu, a s ciljem olakšavanja razumijevanja stehiometrijskih zakona (Zakon o održanju mase, Zakon stalnih omjera masa...).

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Kod obrade ovih nastavnih sadržaja može se napraviti poveznica sa nastavom *Historije* (izlaganja o važnim historijskim temama o razvoju hemije kao nauke), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje i utvrđivanje termina vezanih za *Hemiju*, organizacija diskusija), *Likovne kulture* (izrada postera ili prezentacija), *Informatike* (izrada postera ili prezentacija upotrebom kompjutera, primjena različitih aplikacija i softvera), *nastavom stranih jezika* (traganje zainteresiranih učenika/ca za materijalima na drugim jezicima). Pored toga, međupredmetna

povezanost primijetna je i sa drugim prirodnim naukama (*Fizika, Biologija*), koje, također, izučavaju neke od ovih sadržaja i u svojim nastavnim programima, te sa nastavom *Matematike* (različiti proračuni).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Istraživanjem o različitim temama (npr. o razvoju hemije kao nauke, o različitim teorijama, pronalasku hemijskih elemenata), učenici/ce uče kako istraživati i kako učiti. Izlaganjem vlastitih radova učenici/ce uče kako preuzeti odgovornost za rezultate svojih istraživanja (eksperimentalnih ili literaturnih), razvijaju vlastite stavove o određenoj problematici, samopouzdanje pri izlaganju. Pored toga, kao i kod drugih nastavnih sadržaja, razvija se svijest učenika/ca o povezanosti nauka i naučnih disciplina, o potrebi primjene znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesionalnim opredjeljenjima, kao i potreba za cjeloživotnim učenjem usljed konstantnog napretka nauke. Izvođenjem eksperimenata i obradom dobivenih podataka te njihovom uporedbom s literaturnim vrijednostima, razvija se kritičko procjenjivanje vlastitih rezultata, uočavanje greški i razvijanje stavova o potrebi što preciznijeg mjerenja.

## ► Srednje ► II.

### Godine učenja i podučavanja predmeta: 4

#### C

#### Struktura tvari i energija

##### C.II.1

Analizira principe pretvaranja hemijske energije u električnu i obrnuto i objašnjava osnovne procese na elektrodama galvanskog članka i elektrolizera.

Opisuje princip rada galvanskih članaka.

Objašnjava način nastajanja elektrodnog potencijala i elektromotorne sile galvanskog članka.

Navodi primjere primarnih i sekundarnih galvanskih članaka kao izvore energije.

Predviđa hemijske reakcije na elektrodama galvanskog članka.

Zapisuje i analizira jednačine hemijskih reakcija na elektrodama.

Prikazuje shematski galvanske članke.

Upoređuje procese elektrolize taline i vodenog rastvora zadane soli.

HEM-3.1.2

##### C.II.2

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

Izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Elektrohemija.

Izračunava elektromotornu silu galvanskog članka.

Izračunava količine izdvojenih tvari na elektrodama pri procesu elektrolize.

HEM-3.1.2

#### KLJUČNI SADRŽAJI

Elektroliza; Faradejevi zakoni elektrolize; galvanski članci; primarni galvanski članci; sekundarni galvanski članci; elektrodni potencijal; standardna vodikova elektroda; elektrohemijski niz.

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Elektrohemijski koncepti mogu predstavljati određenu teškoću za učenje ako učenici/ce nemaju dovoljno relevantnog predznanja za ovu oblast. Prije uvođenja novih pojmova, nastavnicima se savjetuje provjeravanje usvojenog znanja, te razjašnjavanje eventualno nejasnih pojmova i miskoncepcija. Ovakav pristup može se činiti kao „gubitak vremena“ potrebnog za obradu novih pojmova, ali će učenicima/cama olakšati usvajanje gradiva, što će se pokazati korisnim kasnije. Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti su izuzetno korisni kako bi se učenici/ce lakše mogli prisjetiti ovih koncepata.

Na temelju laboratorijskih eksperimenata, reakcija različitih metala s vodenom otopinom hloridne kiseline iste koncentracije, učenici/ce sami mogu poredati metale prema njihovoj reaktivnosti (intenzitetu izdvajanja mjehurića), što je korisno za razumijevanje elektrohemijaskog niza metala. Učenici/ce trebaju razumjeti važnost Daniellovog članka (baterije), princip rada (pretvaranja hemijske energije u električnu) i razlikovati galvanski od elektrolitskog članka. Također, potrebno je da se vježbanjem usvoje pravila označavanja galvanskih članaka te pisanje polureakcija na elektrodama. Učenici/ce kao istraživački projekt mogu rastaviti različite vrste baterija i vidjeti šta se u njima nalazi, što su korisna znanja. Korisno znanje je i o sekundarnim galvanskim člancima – akumulatorima, koji su skupi, a lako se pogrešnim postupcima mogu uništiti.

Često korišteni eksperiment elektrolize vodene otopine natrij-hlorida je potencijalno opasan jer se na anodi izdvaja hlor (treba voditi računa o koncentraciji vodene otopine i provjetrenosti učionice); umjesto tog eksperimenta može se uraditi elektroliza vodene otopine bakarnog sulfata, pri čemu se bakar uočava na katodi. Elektroliza vode najčešće se izvodi u Hofmannovom aparatu s platinskim elektrodama, a mogu se koristiti i grafitne elektrode. Također, pojednostavljeni postupak elektrolize vode može se izvesti i dvjema grafitnim olovkama.

Korozija je ogroman tehnološki problem, a korozijski procesi baziraju se, uglavnom, na elektrohemiji. Znanje o koroziji je izuzetno korisno i primjenljivo, a sadržaji su pogodni za izradu učeničkih projekata.

Ovdje se mogu uvesti i teme iz historije hemije – npr. život i djelo Michaela Faradaya. Mnogobrojni resursi za nastavnike/ce i učenike/ce dostupni su na internetu (videi na YouTube, materijali na stranicama Američkog hemijskog društva (<https://www.chemedx.org/>), Kraljevskog hemijskog društva (<https://edu.rsc.org/resources/>), ali i na našim jezicima (npr. <https://edutorij.e-skole.hr/>).

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije mogu se ostvariti sa nastavom *Fizike*, koja, također, proučava elektrohemijske procese i njihovu primjenu, potom sa nastavom *Matematike* (izračunavanje elektromotorne sile, pisanje jednadžbi hemijskih reakcija), *Informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom kompjutera, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *Historije* (historijski razvoj elektrohemije, značajni naučnici, njihov život i djelo), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti zahtijevaju da se posebna pažnja obrati na sigurnost i poštovanje mjera opreza, kako kod nastavnika/ca, tako i kod učenika/ca. Time se razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite (*safety skills*) i u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji kako u cilju vlastite zaštite tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata, svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također se razvija sposobnost kritičkog i kreativnog mišljenja kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno neočekivane rezultate. Kroz naglašavanje međupredmetne povezanosti i saradnje između nastavnika/ca u izradi učeničkih projekata, učenici/ce



razvijaju svijest o povezanosti kako nastavnih predmeta tako i potrebi primjene znanja iz različitih predmeta u cilju rješavanja zadataka i problema u nastavi i u svakodnevnom životu.

## C

### Struktura tvari i energija

#### C.II.1

Analizira kinetiku hemijskih reakcija i procjenjuje njenu važnost u hemijskoj industriji i biološkim sistemima.

Povezuje brzinu trošenja reaktanta ili brzinu nastajanja produkta s brzinom reakcije.

Procjenjuje uticaj različitih faktora na brzinu hemijske reakcije.

Procjenjuje važnost katalizatora / enzima i inhibitora u hemijskoj industriji i biološkim sistemima.

HEM-2.2.1

#### C.II.2

Analizira ravnotežu hemijskih reakcija i procjenjuje njenu važnost u hemijskoj industriji i biološkim sistemima.

Procjenjuje uticaj različitih faktora na hemijsku ravnotežu.

Predviđa uticaj dodavanja ili uklanjanja nekog od učesnika reakcije na smjer hemijske reakcije i ravnotežno stanje.

Predviđa uticaj pritiska na hemijsku ravnotežu u reakcijama koje uključuju reaktante i/ili produkte u plinovitom agregatnom stanju.

Predviđa uticaj pritiska i temperature na topljivost plinova u vodi.

Istražuje neke ravnotežne hemijske reakcije u organizmu.

HEM-2.2.2 HEM-4.3.3

#### C.II.3

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

Izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Kinetika i ravnoteža hemijskih reakcija.

Interpretira rezultate prikupljene istraživanjem o faktorima koji utiču na brzinu reakcije.

Grafički prikazuje ovisnost koncentracije učesnika reakcije o vremenu na temelju odgovarajuće jednačine hemijske reakcije.

HEM-1.4.1 HEM-1.4.3

#### C.II.4

Primjenjuje matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline: Kinetika i ravnoteža hemijskih reakcija.

Izračunava prosječne brzine promjene reaktanata i produkata kao i prosječne brzine reakcija.

Izračunava vrijednost konstante ravnoteže na temelju sastava ravnotežne reakcijske smjese i obrnuto.

HEM-1.4.2

### KLJUČNI SADRŽAJI

Brzina hemijske reakcije i energija aktivacije; faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije; energija aktivacije; katalizatori i inhibitori; hemijska ravnoteža (ravnoteže u homogenim i heterogenim sistemima); hemijska ravnoteža u vodenim rastvorima elektrolita; ionski proizvod vode i pH vrijednost; konstanta disocijacije kiselina i baza; hidroliza soli; indikatori; produkt rastvorljivosti.



### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kinetika hemijskih reakcija izuzetno je važna oblast hemije koja bi se trebala izučavati, u skladu sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca, na svim nivoima obrazovanja. Eksperimenti, posebno laboratorijski, bitan su alat kod usvajanja znanja o različitim faktorima koji utiču na hemijsku reakciju. Stalno istraživanje najpovoljnijih uvjeta, u kojima se odvija neka hemijska reakcija u hemijskoj industriji, i u kojima daje najviše prinosa željenog produkta, oslikava važnost primjene ovog znanja. Pored toga, na razumijevanju kinetike hemijskih reakcija temelji se i istraživanje različitih metaboličkih procesa, istraživanje primjene različitih lijekova, napredovanja bolesti itd.

Ravnoteža hemijskih reakcija je izuzetno važan, a istovremeno i zahtjevan pojam za podučavanje. Zbog njegove važnosti i činjenice da se kod većine hemijskih reakcija uspostavlja ravnoteža, njegovom podučavanju je potrebno posvetiti dovoljno vremena kako bi ga učenici/ce razumjeli. Istraživanja su pokazala da se učeničke teškoće razumijevanja hemijske ravnoteže odnose na njenu percepciju kao statične pojave ili kao stanja u kojem su količine produkata i reaktanata izjednačene. Izuzetno je važno da učenici/ce razumiju, da se u stanju ravnoteže hemijske reakcije i dalje odvijaju. Pojmove vezane za uspostavljanje ravnoteže (faktori koji na nju utiču, pojam reverzibilnih reakcija, konstante ravnoteže), učenici/ce će tada lakše usvojiti.

Ovdje se mogu uvesti i teme iz historije hemije – prikaz istraživanja i značajnih naučnika koji su doprinijeli razumijevanju ravnotežnih procesa. Mnogobrojni resursi za nastavnike/ce i učenike/ce dostupni su na internetu (videi na YouTube, materijali na stranicama Američkog hemijskog društva (<https://www.chemedx.org/>), Kraljevskog hemijskog društva (<https://edu.rsc.org/resources/>), ali i na našim jezicima (npr. <https://edutorij.e-skole.hr/>).

Učenici/ce mogu izvesti eksperiment raspada natrij-tiosulfata, te izračunati konstantu brzine reakcije i red reakcije. Reakcija između kalij-permanganata u prahu i u kristalima sa glicerolom također može ilustrirati uticaj površine čestica na brzinu hemijske reakcije. Reakcija aluminijske folije sa rastvorima hloridne kiseline različitih koncentracija je jedan od mnogih eksperimenata kojima se demonstrira uticaj koncentracije na brzinu hemijske reakcije. Ako škola nema uvjeta za izvođenje eksperimenata vezanih za brzinu hemijske reakcije, kinetika hemijske reakcije može se i simulirati ili prikazati video.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije kod podučavanja ovih pojmova ostvaruju se kroz nastavu *Matematike* (izrada stehiometrijskih zadataka vezanih za kinetiku i hemijsku ravnotežu), *Fizike* (primjena mjernih jedinica SI, pojam kinetike u mehanici), *informatike* (izrada grafičkih prikaza pomoću kompjutera, očitavanje podataka iz grafika), *Biologije* (kinetika hemijskih reakcija u živom organizmu, enzimi), *Historije* (značajni naučnici, njihov život i djelo), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje u okviru ove tematske cjeline, razvija se kroz naglašavanje potrebe pridržavanja mjera opreza i sigurnosti prilikom izvođenja laboratorijskog rada, pri čemu nastavnik/ca svojim primjerom treba ilustrirati važnost pridržavanja ovih mjera. Kroz laboratorijski rad učenici/ce razvijaju osjećaj važnosti potkrepljivanja teorije rezultatima eksperimenata, razvijaju kritičko i kreativno mišljenje kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno neočekivane rezultate. Razvija se svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Kroz naglašavanje međupredmetne povezanosti i saradnju između nastavnika/ca u izradi učeničkih projekata, učenici/ce razvijaju svijest o povezanosti kako nastavnih predmeta tako i potrebi primjene znanja iz različitih predmeta u cilju rješavanja zadataka i problema kako u nastavi tako i u svakodnevnom životu.

## B

### Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.II.1

Argumentira važnost analitičke hemije u svakodnevnom životu.

Objašnjava ulogu analitičke hemije u savremenom načinu života.

Povezuje analitičku hemiju sa drugim granama hemije.

#### B.II.2

Istražuje tvari primjenom kvalitativne i kvantitativne hemijske analize.

Objašnjava metode uzorkovanja, reprezentativni uzorak za analizu i prevođenje uzoraka u rastvor.

Objašnjava princip klasifikacije kationa i aniona u analitičke grupe.

Prikazuje ionske jednačine za dokazivanje kationa i aniona.

Objašnjava postupke u gravimetrijskoj i volumetrijskoj analizi.

#### B.II.3

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

Izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Kvalitativna i kvantitativna hemijska analiza.

Istražuje temeljne principe primijenjene u instrumentalnim analitičkim metodama.

#### B.II.4

Primjenjuje matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline: Kvalitativna i kvantitativna hemijska analiza.

Objašnjava izračunavanje u gravimetrijskoj i volumetrijskoj analizi i praktično ga primjenjuje.

Izračunava količinsku koncentraciju jake kiseline ili jake baze na temelju rezultata titracije.

HEM-1.4.2

### KLJUČNI SADRŽAJI

Metode uzorkovanja; kvalitativna analiza (karakteristične reakcije kationa i aniona); kvantitativna analiza (gravimetrija, volumetrija i fizičko-hemijske metode); stehiometrijska izračunavanja.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Hemijska analiza koristi se u forenzici, medicini, u ispitivanju sadržaja različitih tvari u svim sferama okoliša (tlo, voda, zrak), u cilju ispitivanja kvaliteta hrane, različitih sirovina i gotovih proizvoda, goriva, u hemijskoj industriji. Međutim, i najbolje analitičke metode su beskorisne ako uzorak ispitivanog materijala nije uzet na odgovarajući način. Učenici/ce se kroz primjere iz prakse trebaju upoznati s važnošću reprezentativnosti uzorka te s problemom velikog i malog uzorka (uzorak uglja iz rudnika, uzorci tkiva u forenzici). Hemijska analiza u srednjoj školi uključuje dokazivanje odabranih kationa (npr.  $Pb^{2+}$ ), aniona ( $SO_4^{2-}$ ), njihovo svrstavanje u analitičke grupe na osnovu grupnog reagensa. Dovoljno je obraditi samo visoko selektivne analitičke reagense i reakcije. Na navedenom se temelji učenje gradiva o kiselinama, bazama, solima, te redoks reakcijama. Hemijska analiza također omogućava učenicima/cama da razviju vještine rukovanja temeljnim laboratorijskim priborom i posuđem, vještine promatranja i uočavanja

promjena. Teškoće s kojima se učenici/ce susreću, prilikom učenja ovih sadržaja, vezane su za nemogućnost povezivanja praktičnog rada sa teorijskim sadržajima koje uče. Pored toga, nerijetko su preopterećeni različitim zadacima u okviru praktičnog rada (čitanje uputa, izvođenje praktičnog rada, uočavanje promjena, zapisivanje rezultata, planiranje narednih koraka), što može izazvati kognitivno preopterećenje. Zbog toga se taj rad nerijetko svodi na slijepo praćenje zadanih uputa.

S obzirom da se kationi najčešće identificiraju tako što s određenim reagensima daju taloge, koje je lakše uočiti, obično se polazi od reakcija na katione. Anioni se često dokazuju reakcijama u kojima nastaju plinovi, pa se stoga oni rade kasnije. Ovi sadržaji zahtijevaju visok udio praktičnog rada, ali se učenici/ce trebaju poticati i na razmišljanje, a ne samo na mehaničko izvođenje eksperimenta (npr. zašto se lakmus papir navlaži prije nego se njime ispituje kiselost/bazičnost rastvora, zašto su dovoljne male količine nepoznate tvari i reagensa, zašto se obično koriste rastvori nepoznate tvari a ne čvrsta tvar...).

Kvalitativna i kvantitativna analiza mogu se kombinirati tako da se učenicima/cama zada smjesa dviju soli, npr. kalcij karbonat i kalcij hlorid; njihov zadatak je predložiti način određivanja zajedničkog kationa i dva aniona (kvalitativna analiza), te izračunati maseni udio ovih dviju soli u uzorku (kvantitativna analiza, određivanje sulfata). Od volumetrijskih metoda dovoljna je kiselinsko-bazna titracija jake kiseline i jake baze (rastvori hloridne i sulfatne kiseline, te natrij-hidroksida, a u cilju razumijevanja i primjenjivanja stehiometrijskih odnosa reaktanata u izračunavanju).

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije kod podučavanja ovih pojmova ostvaruju se sa nastavom *Matematike* (izrada stehiometrijskih zadataka vezanih za količinu tvari, pisanje hemijskih reakcija), *Fizike* (primjena mjernih jedinica SI), *Informatike* (izrada grafičkih prikaza pomoću kompjutera, očitavanje podataka iz grafika), *Biologije* (kationi i anioni u živom organizmu), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Obradom ovih nastavnih sadržaja, učenici/ce razvijaju vještine rukovanja laboratorijskim priborom i posuđem, primjenjuju pravila rada u laboratoriju i pridržavaju se mjera opreza, a te navike poslije primjenjuju i u drugim aktivnostima. Potiče se kritičko i kreativno mišljenje uključivanjem u rješavanje problema. Kroz primjenu analitičkih metoda u stvarnim i hipotetičkim situacijama, kod učenika/ca se stvara osjećaj za zastupljenost hemije u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji. Kod učenika/ca se razvija i briga o okolišu, svijest o značaju odlaganja produkata eksperimenata na odgovarajući način, kao i svijest o izvođenju eksperimenta u manjim količinama, kako bi se smanjile količine otpada.

## B

### Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.II.1

Utvrđuje osobine, sastav i vrstu tvari.

Navodi zastupljenost i najvažnije prirodne izvore elemenata i spojeva.

Navodi opće osobine, dobivanje i primjenu: alkalnih i zemnoalkalnih metala, elemenata 13, 14, 15, 16. i 17. grupe periodnog sistema elemenata.

Objašnjava osobine, postupke dobivanja i primjenu tehnički važnih metala (željezo, aluminij, bakar).

Objašnjava osobine, postupke dobivanja i upotrebu važnijih nemetala (vodik, kisik, azot, hlor, sumpor).

Primjenjuje simboličke prikaze potrebne za opisivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava zraka, vode i Zemljine kore.

HEM-2.1.1

<p><b>B.II.2</b></p> <p>Povezuje građu i osobine elementarnih tvari s njihovim položajem u periodnom sistemu elemenata.</p>	<p>Argumentira sličnost osobina elemenata unutar iste grupe periodnog sistema elemenata.</p> <p>Upoređuje osobine metala i nemetala.</p> <p>Povezuje kristalnu strukturu metala i metalnu vezu sa osobinama metala i njihovom praktičnom primjenom.</p>
<p>HEM-2.1.2</p>	
<p><b>B.II.3</b></p> <p>Analizira hemijske promjene metala i nemetala.</p>	<p>Analizira reakcije dobivanja, karakteristične reakcije i važnije spojeve: željeza, bakra, cinka, alkalnih i zemnoalkalnih metala, elemenata 13, 14, 15, 16. i 17. grupe periodnog sistema elemenata.</p> <p>Prikazuje reakcije dobivanja odabranih metala, nemetala i njihovih važnih spojeva, uz pomoć odgovarajućih hemijskih jednačina.</p>
<p>HEM-2.1.3</p>	
<p><b>B.II.4</b></p> <p>Primjenjuje matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline: Anorganske tvari.</p>	<p>Provodi stehiometrijska izračunavanja na temelju hemijskih reakcija anorganskih spojeva.</p> <p>Utvrđuje limitirajući reaktant i reaktant u višku.</p>
<p>HEM-1.4.2</p>	
<p><b>B.II.5</b></p> <p>Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.</p>	<p>Izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Anorganske tvari.</p> <p>Formulira istraživačko pitanje na temelju dostupnih podataka o anorganskim spojevima i njihovom uticaju na okoliš i zdravlje ljudi.</p> <p>Postavlja hipotezu o očekivanim rezultatima eksperimentalnog istraživanja, usklađenu sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca.</p> <p>Provodi istraživanje koje uključuje promatranje i opisivanje određenih tvari u definiranim uvjetima.</p> <p>Prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenim uz pomoć IKT.</p>
<p>HEM-2.4.1 HEM-2.4.2 HEM-2.4.3</p>	
<p><b>B.II.6</b></p> <p>Utvrđuje važnost tehnoloških procesa i njihov uticaj na održivi razvoj.</p>	<p>Objašnjava prirodne i antropogeno izazvane promjene i procese u prirodi.</p> <p>Procjenjuje ekološku prihvatljivost pojedinih tehnoloških procesa kod iskorištavanja prirodnih resursa.</p> <p>Procjenjuje industrijske procese koristeći principe zelene hemije.</p> <p>Procjenjuje recikliranje metala iz ekonomske, društvene i ekološke perspektive.</p>
<p>HEM-2.3.1</p>	

## KLJUČNI SADRŽAJI

1. grupa PSE – natrij (Na) i spojevi; 2. grupa PSE – kalcij (Ca) i spojevi; 13. grupa PSE - aluminij (Al); bakar (Cu) i legure bakra; željezo (Fe); korozija i zaštita od korozije; olovo (Pb), cink (Zn) i spojevi; prirodna i vještačka radioaktivnost; vodik (H) i izotopi vodika; ugljik (C), modifikacije i spojevi; silicij (Si) – poluprovodnici, silikati, silikoni; azot (N) – dobivanje, osobine i spojevi; kisik (O), oksidi i voda; zrak, ozon, fotohemijski smog, efekt staklenika; sumpor (S) i spojevi; kisele kiše; hlor (Cl) – hloridna kiselina, hloridi; eksplozivi; nanotehnologija; hemijska tehnologija; održivi razvoj; zelena hemija; stehiometrijska izračunavanja.

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kako učenici/ce stižu sve više prakse u laboratorijskom radu, tako im se može postupno omogućavati izvođenje većeg broja praktičnih vježbi. Učenicima/cama je potrebno naglasiti da sve više sami trebaju raditi na sticanju znanja i razvoju sposobnosti, odnosno da se trebaju osposobljavati za samostalno učenje, jer činjenice i naučene definicije sve brže zastarijevaju, a sve veću važnost ima kontinuirano sticanje znanja i cjeloživotno učenje. Nastavnici/e su kompetentni procijeniti koje eksperimente učenici/ce mogu izvesti, imajući u vidu opremljenost škole i psihofizički uzrast učenika/ca.

Prije podučavanja gradiva o metalima i nemetalima, s učenicima je potrebno ponoviti pravila pisanja elektronske konfiguracije, građu atoma i periodni sistem elemenata. Nije potrebno tražiti od učenika/ca pisanje elektronskih konfiguracija atoma lantanoida i aktinoida, važni su prelazni elementi četvrte periode.

Nastava anorganske hemije učenicima/cama se može učiniti zanimljivijom tako što će se na svakom nastavnom času „najaviti“ nova nastavna tema, npr. *Alkalni metali*, te izabrati dva/dvije učenika/ce kojima će se zadati zadaća da obrade ove sadržaje s naglaskom na interdisciplinarni pristup (npr. mogu se osvrnuti na Na-K pumpu, manjak kalija u organizmu usljed terapije diureticima, povećanje krvnog pritiska kod prehrane bogate natrij-hloridom). Za kvalitetnu pripremu nije dovoljno sedam dana, pa je potrebno teme dati dovoljno unaprijed kako bi se učenici/ce mogli kvalitetno pripremiti za diskusiju. Kod obrade elemenata druge grupe periodnog sistema elemenata, učenici/ce se trebaju pripremiti za diskusiju o ulozi kalcija u organizmu, strukturi kostiju i zuba, osteoporozu; zastupljenosti krečnjaka i dolomita u planinskim masivima. Sličan način rada može se primijeniti i kod obrade sadržaja o drugim grupama periodnog sistema elemenata. Veoma je važno kod učenika/ca razvijati samostalnost u radu i sposobnost za timski rad te kritičko mišljenje i procjenjivanje dobivenih informacija. Znanje, koje će učenici/ce steći vlastitim radom, puno je korisnije od slušanja izlaganja nastavnika/ce u suštini. Nije bitno znaju li učenici/ce neke činjenice napamet, nego treba da razviju sposobnost pronalaženja podataka potrebnih u datom trenutku, kao i sistematskog izlaganja na zadanu temu uz pravilnu upotrebu hemijske nomenklature.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost može se ostvariti s nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (pretraživanje informacija dostupnih na internetu, prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tabelarno i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, pridržavanje mjera opreza), *Biologije* (eksperimentalna znanja i vještine laboratorijskog rada, pridržavanje mjera zaštite i opreza u laboratoriju, briga o okolišu, efekt staklenika, kisele kiše), *Geografije* (nalazišta hemijskih elemenata i spojeva u prirodi), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes za njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

D

Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

D.III.1

Analizira osobine, sastav i klase organskih spojeva.

Objašnjava sličnosti i razlike u fizičkim osobinama unutar svake klase organskih spojeva i povezuje ih sa strukturom njihovih molekula i međumolekulskim interakcijama.

Povezuje fizičke i hemijske osobine organskih spojeva s upotrebom i značajem u svakodnevnom životu.

Upoređuje različite vrste organskih spojeva po hemijskom sastavu, strukturi, nomenklaturi i osobinama.

Identificira vrste izomerije i ilustruje strukturne formule organskih izomera.

HEM-4.1.1

D.III.2

Analizira hemijske reakcije organskih tvari.

Objašnjava hemijske promjene unutar svake klase organskih spojeva.

Navodi načine dobivanja organskih spojeva koji imaju primjenu u svakodnevnom životu i piše odgovarajuće jednačine hemijskih reakcija.

HEM-4.1.3

D.III.3

Objašnjava hemijsku reaktivnost prema funkcionalnim grupama.

Klasificira organske spojeve na temelju funkcionalnih grupa.

Predviđa tipove reakcija organskih spojeva na osnovu poznavanja strukture molekula.

Predviđa produkte hemijskih reakcija organskih spojeva na osnovu reaktivnosti funkcionalnih grupa.

HEM-4.1.2

D.III.4

Primjenjuje hemijske nazive i simboliku te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Imenuje organske spojeve prema IUPAC nomenklaturi.

Prikazuje molekule organskih spojeva ispisujući kondenzovane i strukturne formule spojeva na temelju naziva spoja i obrnuto.

Navodi trivijalne nazive organskih spojeva koji su u upotrebi u svakodnevnom životu.

Prikazuje hemijske promjene organskih spojeva ispisujući jednačine hemijskih reakcija.

Prikazuje modelima građu organskih spojeva.

Provodi stehiometrijska izračunavanja na temelju hemijskih reakcija organskih spojeva.

HEM-1.4.2

D.III.5

Procjenjuje korist i/ili štetu organskih spojeva koji se koriste svakodnevno te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okolinu.

Prikuplja i kritički procjenjuje informacije o primjeni organskih spojeva u svakodnevnom životu i njihov uticaj na zdravlje ljudi.

Predlaže mogućnosti smanjenja upotrebe organskih spojeva koji su štetni za čovjeka i okolinu.

HEM-1.3.3

### D.III.6

Procjenjuje uticaj različitih izvora energije na okolinu.

Analizira posljedice korištenja fosilnih goriva.

Predlaže modele za racionalno korištenje i uštedu neobnovljivih izvora energije.

Procjenjuje uticaj fosilnih goriva na održivi razvoj.

HEM-3.3.3

### D.III.7

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

Izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Organske tvari.

Formulira istraživačko pitanje na temelju dostupnih podataka o upotrebi proizvoda organske hemijske industrije.

Postavlja hipotezu o očekivanim rezultatima eksperimentalnog ili teorijskog istraživanja usklađenu sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca.

Prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenih uz pomoć IKT.

HEM-3.4.1 HEM-3.4.2

HEM-3.4.3

## KLJUČNI SADRŽAJI

Anorganski i organski spojevi; hemijska veza u organskim spojevima i struktura organskih molekula (građa atoma ugljika, priroda kovalentne veze, polarnost kovalentne veze); organske hemijske reakcije;

strukturne karakteristike, trodimenzionalan izgled, nomenklatura, fizičke osobine i reaktivnost, glavni predstavnici, eventualna rasprostranjenost u prirodi, dobivanje, upotreba ( u industriji, medicini, svakodnevnom životu), eventualne opasnosti i koristi narednih klasa organskih spojeva: alkani, cikloalkani, alkeni, alkini, halogeni derivati ugljikovodika, aromatski ugljikovodici, alkoholi, fenoli, eteri, aldehidi, ketoni, karboksilne kiseline, esteri, amini, amidi, heterociklični spojevi; organski polimeri, stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Organska hemija vrlo je važna grana hemije [\[K1\]](#), zbog rasprostranjenosti organskih spojeva u prirodi (hrana, energetska osnova savremenog čovječanstva, temelj bioloških procesa, farmaceutske industrije... Organski spojevi su svuda oko nas. Mnogi savremeni materijali barem su djelomično sastavljeni od organskih spojeva. Organska hemija je temelj biohemije, biotehnologije i medicine.

Miskonceptije o pojmovima iz organske hemije nisu u velikoj mjeri dokumentirane kao u slučaju drugih oblasti, ali je poznato da učenici/ce najviše teškoća imaju s razumijevanjem organske hemije kao posebnog dijela hemije, te s nomenklaturom organskih spojeva koja slijedi striktna međunarodna pravila. Učenicima/cama je potrebno razjasniti specifičnosti organske hemije u odnosu na druge hemijske discipline – u tome može pomoći historijski razvoj organske hemije i porijeklo njenog imena – ali je i potrebno i naglasiti da je organska hemija neodvojiv i integralni dio cjelokupne hemijske nauke, te svi glavni hemijski zakoni i koncepti važe i ovdje. Sistematska imena se ne upotrebljavaju uvijek, te je učenicima/cama potrebno pomoći da shvate osnovna pravila nomenklature i da uvide da mnogi organski spojevi imaju iste prefikse i sufikse.

S učenicima/cama je potrebno obraditi strukturnu izomeriju, cis-trans izomeriju i enantiomeriju. Proučavajući reakcije karakteristične za određene grupe organskih spojeva, učenici/ce će moći predložiti neke hemijske metode za razlikovanje različitih funkcionalnih grupa i identificiranje nepoznatih ugljikovih spojeva. Objašnjenje reakcija organskih spojeva preko reakcijskih mehanizama na ovom nivou se ne očekuje.

Uvriježeno je mišljenje da je u nastavi organske hemije nemoguće izvoditi eksperimente, jer organske hemijske reakcije dugo traju, aparature su komplicirane, organski spojevi neugodno mirišu itd. U nastavi



organske hemije mogu se izvoditi jednostavni grupni eksperimenti, koje su možda već vidjeli ili izveli u osnovnoj školi. Na ovom nivou obrazovanja, isti će eksperiment posmatrati sa više razumijevanja.

U ovoj se temi razmatraju važne organske tvari poput aspirina, deterdženata, najlona i poliestera, a učenici/ce bi trebali biti u stanju prepoznati strukture tih tvari. Pored toga, učenici/ce bi trebali prepoznati da su najlon i poliesteri kondenzacijski polimeri i napisati hemijske jednačine za njihovo nastajanje.

Pri obradi nastavnih sadržaja hemije, najbolje je primijeniti grupni oblik rada i blok-čas [\[K2\]](#). Nastavu hemije treba organizirati tako da do izražaja dođu učeničke sposobnosti [\[K3\]](#).

Od pukog pisanja formula važnije je da učenici/ce saznaju kako hemičari određuju strukturu neke molekule. Nekada su hemičari provodili niz hemijskih reakcija i na temelju njih zaključivali o strukturi molekula istraživanog spoja. Danas se struktura i najsloženijih molekula određuje [\[K4\]](#) instrumentalnim tehnikama (UV/Vis spektrofotometrija, spektrometrija masa, infracrvenom spektroskopijom, nuklearna magnetna rezonancijom [\[K5\]](#)). Od učenika/ca se očekuje razumijevanje temelja instrumentalnih metoda, te ograničenosti konvencionalnih načina identifikacije hemijskih spojeva. Na ovom nivou učenja hemije, ne očekuje se detaljno poznavanje principa ili načina rada instrumenata.

Eksperimenti koji se mogu izvesti u sklopu ove tematske cjeline su: dobivanje i osobine etena, samozapaljenje etina, dobivanje i osobine etina, nitriranje benzena, alkotest, Fehlingova i Tollensova reakcija na aldehide, dokazivanje aldehidne grupe glukoze u voću, rastvaranje metala u metanskoj i etanskoj kiselini, dokazivanje azota u urei i brojni drugi, što svakako ovisi o opremljenosti škole.

## **2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

Preporučuje se učenicima/cama naglasiti poveznice s drugim nastavnim predmetima: *Fizikom* (instrumentalne metode određivanja strukture organskih spojeva bazirane na fizičkim principima), *Historijom* (historijski razvoj organske hemije i uloga pojedinih produkata organske hemijske industrije nekad i danas), *Matematikom* (različita izračunavanja i rješavanje stehiometrijskih zadataka), *Informatikom* (obrada eksperimentalnih podataka upotrebom kompjutera, primjena različitih aplikacija za nastavu organske hemije, npr. ChemDraw, Avogadro, virtualni hemijski laboratorij), *Biologijom* (heterociklični spojevi).

## **3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Odgojno djelovanje ogleda se kroz razvijanje svijesti kod učenika/ca o važnosti organske hemije u svakodnevnom životu i u industrijskim procesima, organske sinteze u proizvodnji farmaceutskih preparata, te u vezi s tim, svijesti o interdisciplinarnoj povezanosti sadržaja iz organske hemije s mnogobrojnim aspektima svakodnevnog života. Učenici/ce trebaju shvatiti važnost pridržavanja mjera opreza prilikom rada u laboratoriju i u industrijskim pogonima. Od velikog je značaja da postanu svjesni uticaja organske hemije i potrebe cjeloživotnog učenja u kontekstu organske hemije, a u cilju donošenja odluka baziranih na činjenicama i eksperimentalnim rezultatima.



D

Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

D.IV.1

Objašnjava osobine, sastav i klase odabranih biomolekula primjenjujući hemijsku simboliku i terminologiju.

Objašnjava sličnosti i razlike u fizičkim osobinama unutar klasa biološki važnih organskih spojeva i povezuje ih sa strukturom njihovih molekula i međumolekulskim interakcijama.

Povezuje strukturu biološki važnih organskih spojeva sa osobinama i funkcijom u metaboličkim procesima.

Upoređuje različite vrste biološki važnih organskih spojeva po sastavu, strukturi, nomenklaturi i osobinama.

Identificira vrste izomerije ilustrirajući strukturne formule biološki važnih organskih izomera.

Povezuje djelovanje odabranih lijekova (aspirin, penicilin) s njihovom strukturom.

HEM-4.2.1

D.IV.2

Analizira hemijske promjene odabranih biološki važnih organskih spojeva.

Analizira hemijske promjene unutar svake klase biološki važnih organskih spojeva.

Analizira biohemijske procese i funkcionalno ih razlučuje.

HEM-4.2.2

D.IV.3

Objašnjava hemijsku reaktivnost prema funkcionalnim grupama.

Navodi tipove reakcija biološki važnih organskih spojeva na temelju poznavanja strukture molekula.

Razlikuje karakteristične reakcije za dokazivanje biološki važnih organskih spojeva.

HEM-4.1.2

D.IV.4

Ispituje pretvaranje energije tokom biohemijskih reakcija.

Objašnjava hemizam djelovanja enzima u organizmu (energija aktivacije).

Analizira ravnotežu biohemijskih reakcija ( $\Delta G$ ).

Predviđa energijske promjene tokom biohemijskih reakcija na odabranom primjeru (ADP, ATP, NADH).

HEM-4.2.3

D.IV.5

Objašnjava uvjete ravnoteže u prirodnim sistemima, te ukazuje na uzroke i posljedice poremećaja ravnoteže.

Objašnjava važnost stalnog protoka energije u živim sistemima.

Prepoznaje osnovne fizičko-hemijske zakone i principe u biološkim procesima.

Identificira ključne reakcije koje određuju brzinu metaboličkih procesa.

Povezuje mehanizam enzimske kinetike i regulacijske osobine enzima.

HEM-4.3.3

<p><b>D.IV.6</b> Učenik/ca primjenjuje hemijske nazive i simboliku te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.</p>	<p>Primjenjuje znanje o imenovanju biološki važnih organskih spojeva. Identificira trivijalne nazive biološki važnih organskih spojeva. Zapisuje jednačine hemijskih reakcija biološki važnih organskih spojeva. Primjenjuje matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline: Biološki važne organske tvari.</p>
<p>HEM-1.4.2</p>	
<p><b>D.IV.7</b> Analizira prirodne sisteme kao funkcionalne i strukturne cjeline, kao i njihovu povezanost i ovisnost.</p>	<p>Analizira osnovne homeostatske mehanizme koji omogućavaju funkcioniranje organizma. Analizira zakonitost međudjelovanja čestica i složenih sistema (atoma, molekula, dijelova stanica, tkiva, organa i organizama) prirodnih sistema.</p>
<p>HEM-4.3.2</p>	
<p><b>D.IV.8</b> Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.</p>	<p>Izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Biološki važne organske tvari. Formulira istraživačko pitanje na temelju dostupnih podataka o ulozi biološki važnih organskih spojeva. Postavlja hipotezu o očekivanim rezultatima interdisciplinarnog istraživanja usklađenog sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca. Prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenim uz pomoć IKT.</p>
<p>HEM-4.4.1 HEM-4.4.2 HEM-4.4.3</p>	
<p><b>D.IV.9</b> Analizira primjenu biotehnologije u različitim sferama života.</p>	<p>Navodi primjere primjene biotehnologije (u medicini, poljoprivredi, zaštiti okoliša; proizvodnji hemikalija). Istražuje tradicionalne biotehnoške tehnike koje se koriste u prehrambenoj industriji (fermentacija). Istražuje biotehnoške metode koje se koriste u zdravstvenom i poljoprivrednom sektoru.</p>

## KLJUČNI SADRŽAJI

Ugljikohidrati (monosaharidi, disaharidi, polisaharidi); reakcije monosaharida; stereoizomerija; masti i ulja; sapuni i deterdženti; voskovi; fosfolipidi; steroidi; aminokiseline; kiselinsko-bazne osobine aminokiselina; stereoemija aminokiselina; reakcije aminokiselina; peptidi; struktura peptida i proteina; podjela proteina; hemijske osobine proteina; enzimi; proteini u prehrani; heterociklični spojevi; kiselinsko-bazne osobine aromatskih amina; alkaloidi; nukleinske kiseline; strukturne jedinice nukleinskih kiselina; primarna struktura DNA; sekundarna struktura DNA; transkripcija genetičke informacije; organske reakcije u živim organizmima; fotosinteza; osnovni pojmovi metabolizma (anabolizam, katabolizam, prijenosnici elektrona, koenzim A, glikoliza, ciklus limunske kiseline, metabolizam masnih kiselina, razgradnja aminokiselina); vitamini; hormoni; vitamini i minerali u prehrani; osnove razvoja farmaceutske industrije; spoj kao lijek i otrov; biološko djelovanje odabranih lijekova koje imaju historijsko značenje za čovječanstvo: sedativi (npr. talidomid), antipiretici (npr. acetilsalicilna kiselina), antibiotici (npr. penicilin, azitromicin), citostatici (npr. cisplatin); biotehnologija i njene mogućnosti; fermentacija; korištenje genetskog inženjeringa u biotehnologiji; zamjena klasičnih tehnoloških postupaka biotehnoškim postupcima; stehiometrijska izračunavanja.

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Učenici/ce u osnovnoj školi uče osnovne biološki važne organske spojeve, dok se u srednjoj školi detaljnije obrađuje ova tematika: uloga, sastav, struktura i reaktivnost. Preduvjet za razumijevanje ovih sadržaja jeste predznanje iz opće i organske hemije, a zbog njihove neodvojive povezanosti. Učenici/ce uglavnom nemaju problema prilikom usvajanja ovih nastavnih sadržaja. Sadržaje treba povezivati s gradivom iz predmeta *Biologija*. Od ključnog je značaja poticati učenike/ce na izvođenje eksperimenata, interpretaciju rezultata eksperimenata i na donošenje zaključaka, kako bi se izbjeglo puko memoriranje sadržaja.

Kad se govori o masnim kiselinama, treba naglasiti da sve prirodne masne kiseline imaju paran broj ugljikovih atoma te da molekule nezasićenih masnih kiselina mogu imati cis i trans formu. Učenici/ce ne trebaju znati hemijske formule masnih kiselina niti na kojem se ugljikovom atomu nalazi dvostruka veza. Dobro bi bilo da shvate da su masti i ulja po hemijskom sastavu esteri te da različite masti sadrže različite masne kiseline. Ne treba insistirati na strukturnim formulama, ali učenici/ce treba da znaju način formiranja esterske veze između glicerola i masnih kiselina. Korisno je da učenici/ce nauče da su masti i ulja zapaljivi i da su podložni kvarenju (užeglost). Ovdje se mogu podsjetiti uticaja temperature na brzinu hemijske reakcije.

Učenici/ce bi trebalo da znaju napisati hemijske formule alanina i glicina kao najjednostavnijih aminokiselina. Peptidna veza se treba objasniti shematski te naglasiti važnost sekvencije (redosljedaja) aminokiselina. Bitne osobine proteina mogu se pokazati na primjeru hemoglobina. Može se obraditi i raširena upotreba zaslađivača i njihova štetnost kod prečeste konzumacije.

Enzimi su zanimljiv nastavni sadržaj koji se može obraditi kroz učenička istraživanja. Može se ispitati uticaj pH, temperature, denaturacije na neki od enzima (katalaza, amilaza, ureaza).

Nastavni sadržaji vezani za nukleinske kiseline obrađuju se i u biologiji te ih treba obraditi interdisciplinarno.

Učenike/ce treba upoznati s pojmovima katabolizam i anabolizam, osnovnim metaboličkim procesima u živom svijetu (fotosinteza, oksidativna fosforilacija, glikoliza, metabolizam masti) i povezati s pojmovima usvojenim na nastavi *Biologije* u smislu mjesta održavanja metaboličkih procesa. Za navedeno se mogu koristiti razni online alati (simulacije i animacije). Također, učenici/ce trebaju shvatiti značaj vode za živi organizam, značaj održavanja pH vrijednosti i uloga biološki značajnih pufera (bikarbonatni, fosfatni).

Kako bi se učenicima/cama pomoglo da bolje razumiju pretvaranje energije unutar organizma, može se od njih tražiti da nekoliko dana vode dnevnik i upisuju šta su sve hranom unijeli u svoj organizam. Učenici/ce bi trebali naučiti čitati deklaracije na prehrambenim proizvodima i objasniti ih sa biohemijskog aspekta. Hrana koja se ne iskoristi za proizvodnju energije, skladišti se u organizmu u obliku masti; učenici/ce bi trebali ovo znanje primijeniti kada čitaju sastav prehrambenih proizvoda. S učenicima/cama se može diskutirati o tome zašto trebamo redovno jesti, koja vrsta hrane daje najviše energije organizmu, kako su povezane toplotna i mehanička energija. Preporučuju se i učeničke posjete pogonima prehrambene industrije.

Biotehnologija kao interdisciplinarna nauka podrazumijeva da za njeno uspješno podučavanje nastavnici, pored znanja iz hemije, trebaju poznavati osnovne koncepte biologije, fizike, nauke o okolišu. Ova interdisciplinarnost zahtijeva spremnost na timski rad u multidisciplinarnim grupama koje imaju zajednički cilj. U okviru ove tematske cjeline potrebno je učenike/ce upoznati sa pojmovima biotehnologije, biokatalizatora kao i sa trendovima razvoja biotehnologije. S učenicima/cama treba diskutirati o problemu procjene eventualnih opasnosti u odnosu na koristi, posebno u biološkim istraživanjima i medicini. Potrebno je predstaviti i objasniti opću shemu bioprocesa (odabir sirovina ili supstrata) kako bi učenici/ce razumjeli na koji način se odvija svaki bioprocen.

U okviru biotehnologije, važno je predstaviti učenicima/cama i temeljne principe genetičkog inženjerstva u bioprocima, genetički modificirane organizame (GMO), genetički modificirane biljke (soja, kukuruz, pšenica) i životinje. Za kvalitet nastave je također od ključnog značaja poticati učenike/ce da kombiniraju informacije i argumentiraju donesene zaključke usmenim i pisanim putem, uz korištenje stručne

terminologije. Pomoću online alata učenici/ce mogu istraživati različite biotehnološke procese koji imaju vrlo rasprostranjenu primjenu (npr. procesi proizvodnje hemikalija biotehnološkim metodama).

U okviru ove tematske cjeline mogu se izvesti sljedeći eksperimenti: redukcijska svojstva aldoza (Tollensova, Fehlingova, Benedictova reakcija), reakcija disaharida s Tollenšovim i Fehlingovim reagensom, hidroliza škroba (djelovanjem hormona pankreasa), reakcija ninhidrina s aminokiselinama, ispitivanje mehaničkih svojstava polietilenske folije.

Nastavnik je kompetentan sam procijeniti koje eksperimente može izvesti. Preporučuje se izvesti i one eksperimente planirane za osnovnu školu, a koje učenici nisu imali prilike vidjeti/izvesti u osnovnoj školi.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Moguće su korelacije sa predmetima *Fizika* (npr. površinska napetost kod sapuna i deterdženata, oblici energije u organizmu i načini pretvaranja), *Biologija* (nukleinske kiseline, biohemijske reakcije u živim organizmima, biokatalizatori, bioproces, genetički modificirani organizmi, bioenergenti, biomasa), *Tjelesni i zdravstveni odgoj* (energetska vrijednost hrane i zdrave prehrambene navike), *Matematika* (antropometrijska mjerenja, izračunavanje bazalnog metabolizma, izračunavanje nutritivnih vrijednosti namirnica), *Historija* (razvoj i uticaj biotehnologije u različitim etapama ljudskog razvoja), *Informatika* (analiza informacija dostupnih na internetu, izrada prezentacija, korištenje različitih aplikacija), *Etika* (etička razmatranja o prednostima i potencijalnim zloupotrebama genetičkog inženjerstva).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Moguće je odgojno djelovati po pitanju važnosti organskih tvari u svakodnevnom životu. Ugljikohidrati, proteini, masti i ulja, vitamini veoma su bitni za život te je važno poznavati pravila unosa zdrave hrane u organizam u cilju očuvanja zdravlja. Ako se u organizam unose u većoj ili manjoj količini od preporučene, nastaju različiti zdravstveni problemi: gojaznost, dijabetes, hipertenzija, kardiovaskularna oboljenja. Znanje o biotehnologiji i njenoj upotrebi kod većeg dijela javnosti na niskom je nivou, stoga su ljudi stoga podložni informacijama iz medija, koje nisu uvijek pouzdane ni provjerene. Zbog toga je kod obrade ovih tema važno raditi na razvoju kritičkog procjenjivanja različitih izvora informacija. Učenici/ce trebaju naučiti kako razlikovati naučno dokazane činjenice i špekulacije. Pri tome je vrlo važno da nastavnik/ca naglasi da se brojne primjene biotehnologije još uvijek istražuju; nastavnik/ca treba imati svoj stav o određenim kontroverznim temama unutar biotehnologije (GMO), ali taj stav ne treba nametati učenicima/cama, nego omogućiti debatu i ponašati se kao nepristran izvor informacija. Mogućnost primjene stečenih znanja iz ove oblasti ima potencijal da kod učenika/ca razvije interes za prirodne nauke, znatiželju, spremnost za donošenje odluka o vlastitoj ishrani i razumijevanje posljedica nepravilne ishrane. Pored toga, učenici/ce mogu uvidjeti povezanost hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama te razviti svijest o potrebi cjeloživotnog učenja i o značaju hemije za ljudsku civilizaciju.

## Srednje obrazovanje – Hemija izborna područja

► Srednje ► I.

Godine učenja i podučavanja predmeta: 3

A

Tvari

A.I.1

Učenik/ca primjenjuje odgovarajuće mjere opreza i pravilno koristi zaštitnu opremu.

Učenik/ca opisuje potencijalne opasnosti u hemijskoj laboratoriji i odgovarajući postupak rješavanja svake od njih.

Učenik/ca primjenjuje pravila ponašanja u hemijskom laboratoriju.

Učenik/ca izvodi laboratorijske eksperimente primjenjujući mjere opreza i zaštite.

#### A.1.2

Učenik/ca demonstrira vještine mjerenja i organizovanog bilježenja dobivenih podataka.

Učenik/ca demonstrira vještine planiranja i provođenja eksperimentalnog istraživanja koristeći laboratorijsku opremu i pribor.

Učenik/ca koristi odgovarajuće instrumente, laboratorijsko posuđe i pribor u prikupljanju podataka.

Učenik/ca koristi jedinice Međunarodnog sistema mjernih jedinica i prihvaćene izvedene jedinice u hemiji.

Učenik/ca primjenjuje pravila određivanja značajnih cifri u dobivenom rezultatu.

### KLJUČNI SADRŽAJI

rad u hemijskoj laboratoriji (pravila sigurnosti i zaštite u hemijskoj laboratoriji, laboratorijski pribor i oprema); hemikalije označavanje i nomenklatura; otpadne hemikalije; znaci upozorenja.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Različiti su razlozi izbjegavanja praktičnog laboratorijskog rada u nastavi hemije u osnovnim i srednjim školama; jedan od njih je (sasvim opravdan) briga za sigurnost učenika/ca. U vezi s tim, učenike/ce je potrebno upoznati s potencijalnim rizicima i opasnostima koje nosi određeni hemijski eksperiment, te insistirati na primjeni mjera opreza prilikom izvođenja eksperimenata. To podrazumijeva da je nastavnik/ca istražio potencijalne opasnosti. Za

učenike/ce je važno da nauče šta podrazumijevaju oznake LD 50, MDK, te da odgovarajuće informacije o pojedinim hemikalijama korištenim u eksperimentu mogu naći u sigurnosnim listovima (MSDS, SDS), dok nastavnicima mogu koristiti upute za rad u laboratoriji izdate od strane Američkog hemijskog društva (ACS: <https://www.acs.org/content/acs/en/chemical-safety/teach-and-learn/high-school.html>).

Izvođenje eksperimenta ne smije biti svrha sama sebi; jedan od ciljeva praktičnog rada jeste razvijanje vještina rukovanja laboratorijskim posuđem, hemikalijama, instrumentima. Razumljivo je da se praktičan rad ne može primijeniti u svim situacijama; nastavnik/ca je taj koji je kompetentan procijeniti kada i u kojem obliku praktični laboratorijski rad treba primijeniti u nastavi hemije. Treba razmotriti korištenje online alata u situacijama gdje je praktičan rad teško izvodljiv (npr. virtualna laboratorija koja se pokazala korisnom posebno kod eksperimenata sa skupim i po zdravlje potencijalno opasnim tvarima).

Učenici/ce se ovdje uče i kako izraditi laboratorijski izvještaj o provedenom eksperimentu, kako predstaviti rezultate, te na osnovu kojih parametara se može neki rezultat odbaciti kao nepouzdan. Na taj način uče kako provoditi istraživačke projekte, koji se mogu realizirati u saradnji sa nastavnicima biologije, fizike i drugih nastavnih predmeta.

#### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost očita je sa nastavom *matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, poštivanje mjera opreza), *biologije* (eksperimentalna znanja i vještine laboratorijskog rada, pridržavanje mjera zaštite i opreza u laboratoriji), *bosanskog jezika i književnosti*,

hrvatskog jezika i književnosti, srpskog jezika i književnosti (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Sigurnost i poštivanje mjera opreza o kojima se vodi računa u razredu kod učenika/ca se razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite i u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji, kako u cilju vlastite zaštite, tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata (ne uzimati u obzir samo one koji idu u prilog, odnosno procijeniti na osnovu kojih kriterija se neki rezultat može odbaciti kao nepouzdan), svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također, razvija se sposobnost kritičkog i kreativnog razmišljanja kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno nezadovoljavajuće rezultate.

## A

### Tvari

#### A.1.1

Učenik/ca analizira osobine, sastav i vrste tvari.

Učenik/ca razlikuje čiste tvari i smjese tvari na osnovu sastava.

Učenik/ca predlaže i provodi postupak razdvajanja tvari iz smjese na osnovu poznavanja hemijskog sastava smjese i osobina sastojaka.

Učenik/ca analizira vrste i osobine disperznih sistema.

Učenik/ca povezuje osobine disperznih sistema s njihovom primjenom u svakodnevnom životu.

Učenik/ca upoređuje tvari po sastavu, vrsti i osobinama.

Učenik/ca povezuje fizičke i hemijske osobine tvari iz svakodnevnog života sa građom: česticama koje grade tvari (atomi i molekule) tipom hemijske veze i međumolekulskim interakcijama.

#### A.1.2

Učenik/ca primjenjuje hemijsku nomenklaturu i simboliku.

Učenik/ca objašnjava značenje količine tvari i njene mjerne jedinice- mola.

Učenik/ca analizira i piše hemijske formule binarnih i poliatomskih spojeva.

Učenik/ca imenuje spojeve koristeći IUPAC sistem nomenklature.

Učenik/ca analizira hemijske simbole i hemijske formule.

Učenik/ca određuje empirijsku i molekulsku formulu spoja na osnovu podataka o masenim udjelima elemenata i relativne molekulske mase spoja.

#### A.1.3

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav rastvora (maseni udio, masena i količinska koncentracija).

Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav smjese tvari iz zadatih podataka.

Učenik/ca primjenjuje hemijski račun za pripremu rastvora određenog sastava razblaživanjem ili rastvaranjem čvrste tvari.

#### A.1.4

Demonstrira vještine mjerenja i organiziranog bilježenja dobivenih podataka.

Učenik/ca definira kiseline i baze po Arrheniusu, Brønsted-Lowryju i Lewisu.

Učenik/ca objašnjava djelovanje pufera na primjerima.

Učenik/ca upoređuje kiseline, baze i pufere po njihovom sastavu i osobinama.

Učenik/ca razrstava svakodnevne tvari na kisele ili bazne primjenom indikatora.

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida i soli te njihov uticaj na okolinu.

Učenik/ca prikazuje jednačinama hemijskih reakcija karakteristične reakcije kiselina, baza i soli.

### KLJUČNI SADRŽAJI

hemija i prirodne nauke; eksperimentalni svijet hemije; tvari; hemijski elementi; hemijski simboli elemenata; spojevi; hemijske formule; nazivi binarnih hemijskih spojeva; smjese; izračunavanje sastava smjesa; fizičke i hemijske osobine tvari; disperzni sistemi; pravi rastvori; razblaživanje rastvora; tačka ključanja i tačka mržnjenja rastvora; difuzija; osmoza i osmotski pritisak; elektroliti i neelektroliti; oksidi; kiseline; baze; indikatori; disocijacija kiselina, baza i soli; određivanje formule spoja; empirijska i molekulska formula; maseni/procentni udio; količina tvari; mol; stehiometrijska izračunavanja.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Eksperimenti su ključni u realizaciji većine ishoda ove tematske cjeline, jer se tako naglašava važnost laboratorijskog rada i izbjegava učenje činjenica napamet. Eksperimenti se ne moraju nužno ograničiti na učionicu: učenici/ce kod kuće mogu izvesti neke eksperimente i o njima izvijestiti na sljedećem nastavnom satu (prikazati video ili fotografije). Takvi eksperimenti su mnogobrojni; neki od njih su: zagrijavanje smjese leda i vode i bilježenje temperature u određenim vremenskim intervalima, reakcija između natrij hidrogenkarbonata i rastvora acetatne kiseline, ispitivanje kiselinsko-baznih osobina tvari koje se nalaze u domaćinstvu pomoću prirodnih indikatora, određivanje gustoće zlatnog nakita i procjena je li nakit zaista zlatni, i brojni drugi.

Kada god je to moguće, nastavnik/ca treba povezati sadržaje s primjenom u svakodnevnom životu ili u budućem profesionalnom razvoju učenika/ca; na taj način učenici/ce će uvidjeti da je primjena hemije zaista široka i nezaobilazna.

Gdje god je to moguće, nastavnik/ca bi trebao povezivati sva tri nivoa predstavljanja hemijskih pojmova (makroskopski, submikroskopski i simbolni), kako bi učenici/ce uvidjeli povezanost između njih i na taj način im se olakšalo konceptualno razumijevanje hemijskih pojmova. Koristan alat mogu biti aplikacije i softveri s interneta (npr. VisChem, Connected Chemistry).

Eksperimenti vezani za ovu tematsku cjelinu su se također planirali i u osnovnoj školi. U srednjoj školi bi svakako trebalo planirati izvođenje onih eksperimenata koje učenici/ce nisu imali priliku vidjeti/izvesti u osnovnoj školi (razdvajanje tvari iz smjese filtriranjem, sublimacijom, destilacijom, ispitivanje kiselosti i bazičnosti vodenih rastvora različitih tvari kiselinsko-baznim indikatorima, priprema rastvora zadane masene ili količinske koncentracije ili masenog udjela, te brojni drugi, o čemu svakako odlučuje nastavnik/ca imajući u vidu opremljenost kabineta hemije u školi ali i psihofizički uzrast učenika/ce.

#### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Hemija se kroz ove nastavne sadržaje povezuje sa predmetima *Fizika* (fizičke promjene, mjerenja, SI jedinice, optičke osobine koloida), *Matematika* (različita izračunavanja vezana za eksperimente), *Biologija*



(difuzija, puferi), *Informatika* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o interdisciplinarnosti, odnosno povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes da njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

## C

### Struktura tvari i energija

#### C.I.1

Učenik/ca analizira građu tvari.

Učenik/ca opisuje saznanja o građi atoma.

Učenik/ca razlikuje pojmove: atomski i maseni broj, izotop, izoelektronska čestica.

Učenik/ca razlikuje amorfne tvari, kristale, polimorfe i alotrope.

#### C.I.2

Učenik/ca analizira tipove hemijskih veza.

Učenik/ca razlikuje hemijske veze i međumolekulske interakcije.

Učenik/ca predviđa fizičke i hemijske osobine spojeva na osnovu građe molekule.

Učenik/ca upoređuje fizičke osobine ionskih i molekulskih spojeva (npr. NaCl i HCl).

Učenik/ca predviđa kako se mijenjaju radijus, energija ionizacije i elektronski afinitet atoma elemenata kroz grupe i periode Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca predviđa prirodu veze (nepolarna kovalentna, polarna kovalentna, ionska) na osnovu koeficijenta elektronegativnosti atoma.

Učenik/ca povezuje kristalnu strukturu metala i metalnu vezu sa osobinama metala.

#### C.I.3

Učenik/ca primjenjuje hemijsku simboliku pri objašnjavanju građe tvari.

Učenik/ca koristi hemijsku simboliku prilikom prikazivanja nastanka hemijskih veza.

Učenik/ca upotrebljava Paulijev princip isključenja, Hundovo pravilo i Aufbau princip pri pisanju elektronske konfiguracije električki neutralnih i naelektrisanih atomskih vrsta s obzirom na položaj u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca izrađuje modele molekulskih spojeva koji sadrže jednostruke i višestruke veze (npr. CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) i modele ionskih spojeva (npr. NaCl).

#### C.I.4

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca izračunava broj subatomske čestice u zadanim atomima i ionima na osnovu ponuđenih podataka.

Učenik/ca izračunava prosječnu atomsku masu iz podataka o zastupljenosti izotopa.

Učenik/ca određuje valentne i oksidacione brojeve elemenata u hemijskim formulama.

Učenik/ca izračunava masu atoma ili molekula, relativnu atomsku masu ili relativnu molekulsku masu na osnovu zadanih podataka.

## KLJUČNI SADRŽAJI

priroda tvari; Rutherfordov model atoma; Moseleyev zakon; proton, neutron; atomski broj, izotopi, masa atoma; mase najsitnijih čestica; unificirana atomska jedinica mase (u); relativna atomska (Ar) i molekulska (Mr) masa; elektronski omotač atoma (linijski spektar, spektar atoma vodika, podljuske, orbitale i spin elektrona, elektronska konfiguracija); periodni sistem elemenata; ionska veza; kovalentna veza; osobine ionskih i kovalentnih spojeva; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

S obzirom da su se sadržaji o građi tvari već poučavali u osnovnoj školi, potrebno je procijeniti učeničko razumijevanje ovih pojmova, te imati to na umu prilikom obrade ovih nastavnih sadržaja.

Cilj izučavanja gradiva o podljuskama, emisijskim i apsorpcijskim spektrima, orbitalama i spinu jeste priprema za tumačenje prirode ionske, kovalentne i metalne veze. Nije potrebno zahtijevati pisanje elektronskih konfiguracija atoma prijelaznih elemenata jer to znanje učenici/ce neće imati prilike primijeniti; važno je da shvate da postoji zakonitost popunjavanja energetskih nivoa u atomu u osnovnom stanju. Za razumijevanje prirode hemijskih veza dovoljno je poznavati broj valentnih elektrona. Učenicima/cama se može spomenuti vjerovatnoća nalaženja elektrona u prostoru atoma, ali samo s ciljem mijenjanja predodžbe o putanjama u atomu predodžbom o vjerovatnoći nalaženja elektrona.

Važno je da učenici/ce razumiju značenje pojma relativna atomska masa, da znaju odnose veličine atoma i njihovih iona, te da uvide logiku prilikom svrstavanja elemenata u Periodni sistem elemenata (PSE).

Kod poučavanja hemijskih veza, važno je da učenici/ce razumiju da su ionskom vezom povezani ioni, da tom vezom nastaju ionski spojevi koji na makroskopskom nivou čine ionske kristale, te da formulska jedinica određenog ionskog spoja nije molekula. Također je važno da razumiju važnost koordinacijskog broja određenog iona. Kod kovalentne veze učenici/ce trebaju shvatiti pravilo okteta, ali nastavnici trebaju imati na umu da ovo pravilo vrijedi samo za elemente prve kratke periode. Nakon što učenici/ce shvate da jedna crtica

označava jedan elektronski par, treba preći na prikaz strukturnih formula samo s pomoću valentnih crtica. Objašnjenje kovalentne veze korištenjem različitih simbola za elektrone različitih atoma treba ograničiti samo na početak obrade ovih sadržaja, jer kasnije kvari predodžbu kovalentne veze kod učenika/ca. Osim strukturnih formula koristan alat su i kalotni modeli, jer ilustriraju omjer radijusa atoma, valentne uglove, te pokazuju kako elektronski oblaci atoma prodiru jedan u drugi što doprinosi boljem razumijevanju pojma zajedničkog elektronskog para, jer sugerira da svi elektroni na neki način pripadaju molekuli, a ne izoliranim atomima.

Učenike/ce treba poučiti kako na osnovu podataka o elektronegativnosti mogu procijeniti kada nastaje polarna kovalentna veza, a kada je ta veza ionska. Važno je razjasniti pojmove ionski radijus (radijus iona), kovalentni radijus (polovina razmaka između središta istovrsnih atoma u molekuli), te dužina veze (razmak između dva istovrsna atoma u molekuli). Kod obrade međumolekulskih interakcija, učenicima/cama se trebaju naglasiti vrste privlačnih sila među molekulama, te da je udio disperzijskih sila najveći; kod obrade vodikovih veza treba obratiti pažnju na ulogu vodikovih veza u prirodi i u životnim procesima. Jako je važno da učenici/ce uoče razliku u jačini međumolekulskih veza u odnosu na ionsku i kovalentnu.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U ovoj tematskoj cjelini moguća je povezanost sadržaja sa predmetima *Fizika* (građa atoma, Paulijev princip, spektri), *Historija* (historijski razvoj spoznaje o atomu, molekuli, povijesne činjenice o otkriću i porijeklu imena hemijskih elemenata, otkriće PSE), *Matematika* (različita stehiometrijska izračunavanja), *Likovna kultura* (izrada modela, izrada prezentacija projekata, postera), *Bosanski jezik i književnost*, *Hrvatski jezik i književnost*, *Srpski jezik i književnost* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju), *Informatikom* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Učenici/ce zainteresirani za prirodne nauke ove sadržaje mogu dodatno istražiti i prezentirati razredu. Na taj se način razvija sposobnost izlaganja mišljenja i stavova, razvija se samopouzdanje u vlastite sposobnosti, te učenici/ce uče kako učiti. Razvija se i sposobnost samoprocjene uloženog truda, zalaganja i stečenog znanja te se na osnovu toga može planirati buduće učenje. Ako se učenički rad organizira u grupi, razvija se i sposobnost komunikacije s drugima, saradnje, te spremnosti da zatraži ili pruži pomoć kolegi u timu. Pored toga, kao i kod drugih nastavnih sadržaja, razvija se svijest učenika/ca o povezanosti nauka i naučnih disciplina, o potrebi primjene znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesionalnim opredjeljenjima, kao i potreba za cjeloživotnim učenjem uslijed konstantnog napretka nauke.

### A

#### Tvari

##### A.1.1

Učenik/ca analizira fizičke i hemijske promjene tvari.

Učenik/ca navodi primjere egzotermnih i endotermnih reakcija.

Učenik/ca analizira hemijske reakcije (npr. reakcije neutralizacije, reakcije taloženja, ...).

Učenik/ca rješava jednostavne redoks reakcije.

Učenik/ca procjenjuje praktičnu primjenu hemijskih reakcija u određenoj struci (npr. farmacija, poljoprivreda, šumarstvo, veterina, medicina) i njihov uticaj na zdravlje i okolinu.

Učenik/ca objašnjava promjenu energije pri fizičko-hemijskim promjenama tvari.

Učenik/ca objašnjava karakteristike čvrstih, tečnih i gasovitih tvari te promjene agregatnih stanja na makroskopskom i čestičnom nivou.

##### A.1.2

Učenik/ca koristi odgovarajuću terminologiju i simboliku koja se odnosi na stehiometriju hemijske reakcije.

Učenik/ca predviđa produkte hemijskih reakcija (npr. reakcija neutralizacije).

Učenik/ca izjednačava i analizira hemijske jednačine reakcija sinteze i analize.

Učenik/ca upoređuje različite parametre (masa, volumen, količina tvari, pritisak, temperatura).

### A.1.3

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca objašnjava stehiometrijske zakone na konkretnim primjerima.

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenata sa stehiometrijskim zakonima.

Učenik/ca izračunava količine reaktanata i produkata na osnovu stehiometrijske jednačine hemijske reakcije.

Učenik/ca kombinuje matematičke izraze pri rješavanju stehiometrijskih zadataka.

## KLJUČNI SADRŽAJI

fizičke i hemijske promjene tvari; četiri osnovna stehiometrijska zakona; Daltonova atomska teorija; Avogadrov zakon; broj jedinki (N); količina tvari (n); molarna masa (M); molarni volumen gasova (Vm); Avogadrova konstanta (NA); jednačina stanja idealnih gasova; izračunavanje na osnovu jednačine hemijske reakcije; limitirajući reaktant; iskorištenje i prinos hemijske reakcije; jednačine hemijskih reakcija; reakcije taloženja; reakcije rastvaranja taloga; reakcije razlaganja; redoks reakcije; oksidacijski broj; vrste redoks reakcija; egzotermne i endotermne reakcije; entalpija; kalorimetrija; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline– metodičke smjernice

Kod obrade nastavnih sadržaja vezanih za količinu tvari važno je da učenici/ce razumiju značenje pojma količina tvari, da povezuju količinu, masu i broj čestica, te kod gasova i molarni volumen. Kako bi učenici/ce razumjeli važnost jednačina hemijskih reakcija, potrebno je izvoditi eksperimente te koristiti submikroskopske prikaze.

Prilikom izrade zadataka važno je tražiti od učenika/ca ispravno pisanje svih matematičkih izraza i hemijskih jednačina, te naglasiti da u jednačinama obavezno treba naznačiti agregatno stanje reaktanata i produkata reakcije; kasnije će ta navika biti korisna za lakše razumijevanje ravnoteže hemijskih reakcija.

Razumijevanje pojma *mol* ključno je za nastavu hemije općenito, a posebno za računanje. Pojam je apstraktan, pa se njegovo razumijevanje može olakšati korištenjem analogija iz svakodnevnog života. Učenicima/cama treba na više načina ilustrirati koliko je velik Avogadrov broj. Kod poučavanja ovih pojmova treba svakako navoditi učenike/ce na izvođenje eksperimenata, za što je potrebna vaga određene tačnosti. Učenička mjerenja mogu se uspoređivati s literaturnim vrijednostima, te procijeniti pogreške što omogućuje kritičko procjenjivanje vlastitih rezultata.

Kao reaktant i/ili kao produkt mnogih hemijskih reakcija javljaju se gasovi. Eksperimenti koji uključuju međusobne reakcije gasova ili oslobađanje gasova bi svakako trebalo izvesti. Postoje mnogi takvi eksperimenti, koji nisu zahtjevni, prikladni su za rad u grupama i zahtijevaju samo osnovni laboratorijski pribor i tehničku vagu.

Izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija često predstavljaju problem učenicima/cama. Pored toga, algoritamsko rješavanje zadataka ne podrazumijeva konceptualno razumijevanje istih. Važno je ispitati eventualne učeničke miskonceptije, te ih imati na umu prilikom poučavanja.

Korisno je izvođenje eksperimenata usporedbe jačine različitih kiselina. Učenički projekti koji uključuju neutralizaciju kiselina i baza učenicima/cama su puno zanimljiviji od titracije.

Mnogi nastavnici uvode pojam oksidacije i redukcije kod reakcija različitih elemenata s kisikom, na što se nadovezuju reakcije metala s vodom i kiselinama. Ono što može voditi ka miskonceptijama jesu definicije reakcija oksidacije kao (i) reakcija s kisikom, (ii) gubitak elektrona, (iii) porast oksidacijskog broja, a u skladu s tim i reakcija redukcije. Određivanje oksidacijskog broja uglavnom se obrađuje kroz primjenu seta pravila

što ne rezultira razumijevanjem; preporučuje se davanje primjera različitih spojeva učenicima/cama na osnovu kojih oni mogu sami uvidjeti pravila.

U poučavanju energetskih promjena hemijskih reakcija, važno je da učenici/ce prilikom izvođenja eksperimenta uoče egzotermne i endotermne reakcije, kako bi kvalitativno povezali oslobađanje ili potrošnju toplote s jačinom veze između atoma u česticama produkata i reaktanata. Iz energetskih dijagrama mogu otkriti je li određena reakcija egzo- ili endotermna.

U ovoj tematskoj cjelini naglasak je na demonstriranju stehiometrijskih zakona, tako da nastavnik/ca može izabrati ranije navedene eksperimente, ali i druge koje smatra prikladnim za tematsku cjelinu, a s ciljem olakšavanja razumijevanja stehiometrijskih zakona (Zakon o održanju mase, Zakon stalnih omjera masa...).

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Kod obrade ovih nastavnih sadržaja može se napraviti poveznica sa nastavom *Historije* (izlaganja o važnim historijskim temama o razvoju hemije kao nauke), *Bosanskog jezika i književnosti*, *hrvatskog jezika i književnosti*, *srpskog jezika i književnosti* (usvajanje i utvrđivanje termina vezanih za Hemiju, organizacija diskusija), *Likovne kulture* (izrada postera ili prezentacija), *Informatike* (izrada postera ili prezentacija upotrebom računara, primjena različitih aplikacija i softvera), *nastavom stranih jezika* (traganje zainteresiranih učenika/ca za materijalima na drugim jezicima). Pored toga, međupredmetna povezanosti primjetna je i sa drugim prirodnim naukama (*Fizika*, *Biologija*), koje, također, izučavaju neke od ovih sadržaja i u svojim nastavnim programima, te sa nastavom *Matematike* (različiti proračuni).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Istraživanjem o različitim temama (npr. o razvoju hemije kao nauke, o različitim teorijama, pronalasku hemijskih elemenata) učenici/ce se uče kako istraživati i kako učiti. Izlaganjem vlastitih radova učenici/ce se uče kako preuzeti odgovornost za rezultate svojih istraživanja (eksperimentalnih ili literaturnih), razvijaju vlastite stavove o određenoj problematici, samopouzdanje pri izlaganju. Pored toga, kao i kod drugih nastavnih sadržaja, razvija se svijest učenika/ca o povezanosti nauka i naučnih disciplina, o potrebi primjene znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesionalnim opredjeljenjima, kao i potreba za cjeloživotnim učenjem uslijed konstantnog napretka nauke. Izvođenjem eksperimenata i obradom dobivenih podataka te njihovom usporedbom s literaturnim vrijednostima razvija se kritičko procjenjivanje vlastitih rezultata, uočavanje greški i razvijanje stavova o potrebi što preciznijeg mjerenja.

## B

### Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.I.1

Učenik/ca analizira građu tvari.

Učenik/ca objašnjava fizičke i hemijske osobine metala i nemetala određene građom njihovih atoma/molekula.

Učenik/ca objašnjava postupke dobijanja metala (željezo, aluminijski, bakar).

Učenik/ca objašnjava postupke dobijanja nemetala (vodik, kisik, azot, hlor, sumpor).

#### B.I.2

Učenik/ca povezuje građu i osobine elementarnih tvari s njihovim položajem u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca povezuje osobine elemenata (metala i nemetala) unutar iste grupe Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca argumentuje hemijsku sličnost elemenata po grupama Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca upoređuje građu i osobine metala i nemetala.

### B.I.3

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca objašnjava razliku između kvalitativne i kvantitativne hemijske analize na primjerima.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca izvodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija anorganskih spojeva.

Učenik/ca utvrđuje limitirajući reaktant i reaktant u višku.

### B.I.4

Učenik/ca utvrđuje važnost tehnoloških procesa i njihov uticaj na okoliš

Učenik/ca objašnjava prirodne i antropogeno izazvane promjene i procese u prirodi.

Učenik/ca procjenjuje recikliranje metala iz ekonomske, društvene i ekološke perspektive.

Učenik/ca procjenjuje ekološku prihvatljivost pojedinih tehnoloških procesa kod iskorištavanja prirodnih resursa.

Učenik/ca procjenjuje industrijske procese koristeći principe zelene hemije.

## KLJUČNI SADRŽAJI

1. grupa PSE – natrij (Na) i spojevi; 2. grupa PSE – kalcij (Ca) i spojevi; 13. grupa PSE - aluminij (Al); bakar (Cu) i legure bakra; željezo (Fe); korozija i zaštita od korozije; olovo (Pb) i cink (Zn) i spojevi; prirodna i vještačka radioaktivnost; vodik (H) i izotopi vodika; ugljik (C), modifikacije i spojevi; silicij (Si) – poluprovodnici, silikati, silikoni; azot (N) – dobivanje, osobine i spojevi; kisik (O), oksidi i voda; zrak, ozon, fotohemijski smog, efekt staklenika; sumpor (S) i spojevi; kisele kiše; hlor (Cl) – hloridna kiselina, hloridi; kvalitativna i kvantitativna hemijska analiza; hemijska tehnologija; održivi razvoj; zelena hemija; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kako učenici/ce stječu sve više prakse u laboratorijskom radu, tako im se može postupno omogućavati izvođenje većeg broja praktičnih vježbi. Učenicima/cama je potrebno naglasiti da sve više sami trebaju raditi na sticanju znanja i razvoju sposobnosti, odnosno da se trebaju osposobljavati za samostalno učenje, jer činjenice i naučene definicije sve brže zastarijevaju, a sve veću važnost ima kontinuirano sticanje znanja i cjeloživotno učenje. Nastavnici/e su kompetentni procijeniti koje eksperimente učenici/ce mogu izvesti, imajući u vidu opremljenost škole i psihofizički uzrast učenika/ca.

Prije poučavanja gradiva o metalima i nemetalima, s učenicima je potrebno ponoviti pravila pisanja elektronske konfiguracije, građa atoma i Periodni sistem elemenata. Nije potrebno tražiti od učenika/ca pisanje elektronskih konfiguracija atoma lantanoida i aktinoida, važni su prijelazni elementi četvrte periode.

Nastava anorganske hemije učenicima/cama se može učiniti zanimljivijom tako što će se na svakom nastavnom satu „najaviti“ nova nastavna tema, npr. *alkalni metali*, te izabrati dva učenika/ce kojima će se zadati zadaća da obrade ove sadržaje s naglaskom na interdisciplinarni pristup (npr. mogu se osvrnuti na Na-K pumpu, manjak kalija u organizmu uslijed terapije diureticima, povećanje krvnog pritiska kod prehrane bogate natrij hloridom). Za kvalitetnu pripremu nije dovoljno sedam dana, pa je potrebno teme dati dovoljno unaprijed kako bi se učenici/ce mogli kvalitetno pripremiti za diskusiju. Kod obrade elemenata druge grupe Periodnog sistema elemenata, učenici/ce se trebaju pripremiti za diskusiju o ulozi kalcija u organizmu, strukturi kostiju i zuba, osteoporozi; zastupljenosti krečnjaka i dolomita u planinskim masivima. Sličan način rada može se primijeniti i kod obrade sadržaja o drugim grupama Periodnog sistema elemenata. Jako je važno kod učenika/ca razvijati samostalnost u radu i sposobnost za timski rad, te kritičko razmišljanje i

procjenjivanje dobivenih informacija. Znanje koje će učenici/ce steći vlastitim radom puno je korisnije od slušanja izlaganja nastavnika/ce, u suštini, nije bitno znaju li učenici/ce neke činjenice napamet, nego trebaju razviti sposobnost pronalaženja podataka potrebnih u datom trenutku, kao i sistematskog izlaganja na zadanu temu uz pravilnu upotrebu hemijske nomenklature.

Kroz eksperimentalni dio može se demonstrirati npr. djelovanje kiselina na metale, gorenje metala npr. magnezija, nastajanje baza iz oksida metala, dokazivanje kiselosti oksida itd. Ukoliko škola nije opremljena odgovarajućom opremom i priborom preporučuje se korištenje simulacija i videa u cilju približavanja hemije učenicima/cama.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost može se ostvariti s nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (pretraživanje informacija dostupnih na Internetu, prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tabelarno i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, pridržavanje mjera opreza), *Biologije* (briga o okolišu, efekt staklenika, kisele kiše), *Geografije* (nalazišta hemijskih elemenata i spojeva u prirodi), *Bosanskog jezika i književnosti*, *hrvatskog jezika i književnosti*, *srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes da njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

### Sve oblasti

#### .I.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

### KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u prvom razredu.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

\* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obavezno ostvaruje u 1. ili 2. razredu

\*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika i odgojno-obrazovnim ishodima za 1. razred

\*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimentalnim radom.



\*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom

\*\*\*\*\* Presentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

## ► Srednje ► II.

### Godine učenja i podučavanja predmeta: 4

#### C

#### Struktura tvari i energija

##### C.II.1

Učenik/ca analizira proces elektrolize na primjerima.

Učenik/ca definira elektrolizu, elektrolit i procese oksidacije i redukcije.

Učenik/ca analizira elektrolizni članak.

Učenik/ca opisuje procese koji se odvijaju na katodi i anodi.

Učenik/ca opisuje proces elektrolize taline i vodenog rastvora zadane soli.

Učenik/ca predviđa produkte elektrolize *talina* ispisujući polureakcije.

Učenik/ca navodi tehničku primjenu elektrolize.

##### C.II.2

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca izračunava količine izdvojenih tvari na elektrodama pri elektrolizi.

Učenik/ca ispisuje reaktante i produkte koristeći elektrohemijski (Voltin) niz elemenata.

#### KLJUČNI SADRŽAJI

elektroliti i neelektroliti; elektroliza, redoks procesi na elektrodama; Faradejevi zakoni elektrolize; korozija i zaštita od korozije; elektrodni potencijal i elektrohemijski niz elemenata;

#### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

##### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Elektrohemijski koncepti mogu predstavljati određenu teškoću za razumijevanje ako učenici/ce nemaju dovoljno relevantnog predznanja za ovu oblast. Prije uvođenja novih pojmova, nastavnicima se savjetuje provjeravanje usvojenog znanja, te razjašnjavanje eventualno nejasnih pojmova i miskoncepcija. Ovakav pristup može se činiti kao „gubitak vremena“ inače potrebnog za obradu novih pojmova, ali će učenicima/cama olakšati usvajanje gradiva, što će se pokazati korisnim kasnije. Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti su izuzetno korisni kako bi se učenici/ce lakše mogli prisjetiti ovih koncepata.

Na osnovu laboratorijskih eksperimenata reakcija različitih metala s vodenom otopinom hloridne kiseline iste koncentracije učenici/ce sami mogu poredati metale prema njihovoj reaktivnosti (intenzitetu izdvajanja mjehurića), što je korisno za razumijevanje elektrohemijskog niza metala. Učenici/ce trebaju razumjeti princip rada pretvaranja hemijske energije u električnu i trebaju znati opisati elektrolizni članak. Također, potrebno je da se vježbanjem usvoje pravila pisanja polureakcija na elektrodama. Često korišteni eksperiment elektrolize vodene otopine natrij hlorida je potencijalno opasan jer se na anodi izdvaja hlor (treba voditi računa o koncentraciji vodene otopine i provjetrenosti učionice); umjesto tog eksperimenta

može se uraditi elektroliza vodene otopine bakarnog sulfata, pri čemu se bakar uočava na katodi. Elektroliza vode najčešće se izvodi u Hofmannovom aparatu s platinskim elektrodama, a mogu se koristiti i grafitne elektrode. Također, pojednostavljeni postupak elektrolize vode može se izvesti i dvjema grafitnim olovkama.

Korozija je ogroman tehnološki problem, a korozijski procesi baziraju se, uglavnom, na elektrohemiji. Znanje o koroziji je izuzetno korisno i primjenljivo, a sadržaji su pogodni za izradu učeničkih projekata.

Ovdje se mogu uvesti i teme iz historije hemije – npr. život i djelo Michaela Faradaya. Mnogobrojni resursi za nastavnike/ce i učenike/ce dostupni su na internetu (videi na YouTube, materijali na stranicama Američkog hemijskog društva (<https://www.chemedx.org/>), Kraljevskog hemijskog društva (<https://edu.rsc.org/resources/>), ali i na našim jezicima (npr. <https://edutorij.e-skole.hr/>).

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije mogu se ostvariti sa nastavom *Fizike*, koja, također, proučava elektrohemijske procese i njihovu primjenu, potom sa nastavom *Matematike* (izračunavanje elektromotorne sile, pisanje jednadžbi hemijskih reakcija), *Informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tabelarno i/ili grafički upotrebom računara, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *Historije* (historijski razvoj elektrohemije, značajni naučnici, njihov život i djelo), *Bosanskog jezika i književnosti*, *hrvatskog jezika i književnosti*, *srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti zahtijevaju da se posebna pažnja obrati na sigurnost i poštovanje mjera opreza, kako kod nastavnika/ca, tako i kod učenika/ca. Time se razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite (*safety skills*) i u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji, kako u cilju vlastite zaštite, tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata, svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također se razvija sposobnost kritičkog i kreativnog razmišljanja kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno neočekivane rezultate. Kroz naglašavanje međupredmetne povezanosti i saradnje između nastavnika/ca u izradi učeničkih projekata, učenici/ce razvijaju svijest o povezanosti kako nastavnih predmeta, tako i potrebi primjene znanja iz različitih predmeta u cilju rješavanja zadataka i problema u nastavi i u svakodnevnom životu.

## D

### Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

#### D.II.1

Učenik/ca analizira klase organskih spojeva i njihove osobine

Učenik/ca navodi funkcionalne grupe za odabrane klase organskih spojeva (uglikovodici, organski spojevi sa kisikom i azotom).

Učenik/ca imenuje organske spojeve prema IUPAC nomenklaturi uz osvrt na trivijalne nazive organskih spojeva koji su u upotrebi u svakodnevnom životu.

Učenik/ca upoređuje različite klase organskih spojeva po hemijskom sastavu, strukturi, nomenklaturi i osobinama.

Učenik/ca prikazuje molekule organskih spojeva ispisujući molekulsku, strukturnu, racionalnu i kondenzovanu formulu spojeva na osnovu imena spoja i obrnuto.

Učenik/ca identifikuje vrste izomerije ilustrujući strukturne formule organskih izomera.

Učenik/ca prikazuje različitim modelima građu organskih spojeva.

	Učenik/ca objašnjava sličnosti i razlike u fizičkim osobinama unutar klasa organskih spojeva i povezuje ih sa strukturom njihovih molekula i međumolekulskim interakcijama.
<b>D.II.2</b> Učenik/ca analizira i objašnjava reaktivnost organskih spojeva primjenjujući hemijsku simboliku.	Učenik/ca predstavlja dobivanje organskih spojeva kroz hemijske reakcije s osvrtom na one koji imaju primjenu u svakodnevnom životu. Učenik/ca analizira i piše jednačine hemijskih reakcija na osnovu strukture molekula (reakcije adicije, supstitucije, eliminacije, oksidacije, redukcije, kondenzacije, esterifikacije, polimerizacije itd.).
<b>D.II.3</b> Učenik/ca kritički razmatra upotrebu organskih tvari i njihov uticaj na okoliš.	Učenik/ca kritički razmatra upotrebu organskih spojeva koji se koriste svakodnevno te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okoliš. Učenik/ca istražuje uticaj pesticida (npr. lindan, DDT, organofosforni spojevi) i halogeniranih organskih spojeva na čovjeka i okolinu. Učenik/ca predlaže mogućnosti smanjenja upotrebe organskih spojeva koji su štetni za čovjeka i okolinu.
<b>D.II.4</b> Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.	Učenik/ca izvodi karakteristične reakcije za dokazivanje odabranih organskih spojeva. Učenik/ca provodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija organskih spojeva.

## KLJUČNI SADRŽAJI

hemijska veza u organskim spojevima i struktura organskih molekula organske hemijske reakcije; organski spojevi-alifatski, ciklični i aromatski ugljikovodici, spojevi sa kisikom, azotom i halogenim elementima (strukturne karakteristike, trodimenzionalan izgled, nomenklatura, fizičke osobine i reaktivnost, glavni predstavnici, eventualna rasprostranjenost u prirodi, dobivanje, upotreba u industriji, medicini, svakodnevnom životu, eventualne opasnosti i koristi organskih spojeva); organski polimeri; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Organska hemija je vrlo važna grana hemije zbog rasprostranjenosti organskih spojeva u prirodi (hrana, energetska osnova savremenog čovječanstva, temelj bioloških procesa, farmaceutske industrije, ...) Organski spojevi su svuda oko nas. Mnogi savremeni materijali barem su djelomično sastavljeni od organskih spojeva. Organska hemija je temelj biohemije, biotehnologije i medicine.

Miskonceptije o pojmovima iz organske hemije nisu u velikoj mjeri dokumentirane kao u slučaju drugih oblasti, ali je poznato da učenici/ce teškoće najviše imaju s razumijevanjem organske hemije kao posebnog dijela hemije, te s nomenklaturom organskih spojeva koja slijedi striktna međunarodna pravila. Učenicima/cama je potrebno razjasniti specifičnosti organske hemije u odnosu na druge hemijske discipline – u tome može pomoći historijski razvoj organske hemije i porijeklo njenog imena – ali je potrebno i naglasiti

da je organska hemija neodvojiv i integralni dio cjelokupne hemijske nauke, te svi glavni hemijski zakoni i koncepti važe i ovdje. Sistematska imena se ne upotrebljavaju uvijek, te je učenicima/cama potrebno pomoći da shvate osnovna pravila nomenklature i da uvide da mnogi organski spojevi imaju iste prefikse i sufikse.

S učenicima/cama je potrebno obraditi strukturnu izomeriju, *cis-trans* izomeriju i enantiomeriju. Proučavajući reakcije karakteristične za određene grupe organskih spojeva, učenici/ce će moći predložiti neke hemijske metode za razlikovanje različitih funkcionalnih grupa i identificiranje nepoznatih ugljikovih spojeva. Objašnjenje reakcija organskih spojeva preko reakcijskih mehanizama na ovom nivou se ne očekuje.

Uvriježeno je mišljenje da je u nastavi organske hemije nemoguće izvoditi eksperimente, jer organske hemijske reakcije dugo traju, aparature su komplikovane, organski spojevi neugodno mirišu itd. U nastavi organske hemije mogu se izvoditi jednostavni grupni eksperimenti, koje su možda već vidjeli ili izveli u osnovnoj školi. Na ovom nivou obrazovanja isti će eksperiment posmatrati sa više razumijevanja.

U ovoj se temi razmatraju važne organske tvari poput aspirina, deterdženata, najlona i poliestera, a učenici/ce bi trebali biti u stanju prepoznati strukture tih tvari. Pored toga, učenici/ce bi trebali prepoznati da su najlon i poliesteri kondenzacijski polimeri i napisati hemijske jednačine za njihovo nastajanje.

Pri obradi nastavnih sadržaja hemije najbolje je primijeniti grupni oblik rada i blok-čas. Nastavu hemije treba organizovati tako da do izražaja dođu učeničke sposobnosti.

Eksperimenti koji se mogu izvesti u sklopu ove oblasti su: dokazivanje prisustva dvostruke veze odnosno prisustva spoja koji se može oksidirati (reakcija sa  $\text{KMnO}_4$ ), alkotest, Fehlingova i Tollensova reakcija na aldehide, rastvaranje metala u metanskoj i etanskoj kiselini, dokazivanje azota u urei, i brojni drugi, što svakako ovisi o opremljenosti škole. Ukoliko škola nije opremljena sa odgovarajućom opremom i priborom, u svrhu približavanja organske hemije učenicima/cama, nastavnici mogu koristiti različita videa ili simulacije koje se mogu naći na internetu (edutorij.e-skole.hr; khan akademija, youtube itd, ...).

## **2.Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

Preporučuje se učenicima/cama naglasiti poveznice s drugim nastavnim predmetima: *Historijom* (historijski razvoj organske hemije i uloga pojedinih produkata organske hemijske industrije nekad i danas), *Matematikom* (različita izračunavanja i rješavanje stehiometrijskih zadataka), *Informatikom* (obrada eksperimentalnih podataka upotrebom računara, primjena različitih aplikacija za nastavu organske hemije, npr. ChemDraw, Avogadro, virtualni hemijski laboratorij), *Biologijom* (heterociklični spojevi).

## **3.Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Odgojno djelovanje eksperimenata se kroz razvijanje svijesti kod učenika/ca o važnosti organske hemije u svakodnevnom životu i u industrijskim procesima, organske sinteze u proizvodnji farmaceutskih preparata, te u vezi s tim, svijesti o interdisciplinarnoj povezanosti sadržaja iz organske hemije s mnogobrojnim aspektima svakodnevnog života. Učenici/ce trebaju shvatiti važnost pridržavanja mjera opreza prilikom rada u laboratoriju i u industrijskim pogonima. Od velikog značaja je da postanu svjesni uticaja organske hemije i potrebe cjeloživotnog učenja u kontekstu organske hemije, a u cilju donošenja odluka baziranih na činjenicama i eksperimentalnim rezultatima.

## **D**

### **Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema**

#### **D.II.1**

Učenik/ca analizira osobine, sastav i vrstu odabranih biomolekula primjenjujući hemijsku simboliku i terminologiju.

Učenik/ca navodi primjere biomolekula koji omogućavaju odvijanje procesa u živim organizmima (ugljikohidrati, lipidi, proteini, enzimi, nukleinske kiseline itd.).

Učenik/ca primjenjuje znanje o imenovanju biomolekula navodeći i trivijalna imena.

Učenik/ca opisuje sastav, strukturu i osobine odabranih biomolekula.

	<p>Učenik/ca razlikuje funkcionalne grupe u biomolekulama (npr. hidroksilnu, keto, aldehidnu, karboksilnu, amino grupu).</p> <p>Učenik/ca prikazuje strukturnim formulama molekule osnovnih biomolekula.</p>
<p><b>D.II.2</b></p> <p>Učenik/ca analizira hemijske promjene odabranih biomolekula.</p>	<p>Učenik/ca navodi osnovne reakcije biomolekula.</p> <p>Učenik/ca ispisuje hemijske jednačine: procesa fotosinteze, kiselinske hidrolize, esterifikacije, neutralizacije, oksidacije, redukcije.</p> <p>Učenik/ca objašnjava ulogu enzima u živim sistemima i uticaj različitih faktora na njihovu aktivnost (temperatura, pH, dodatak iona teških metala, kofaktori i koenzimi, inhibitori).</p> <p>Učenik/ca analizira hemijske promjene unutar svake klase biomolekula kroz hemijske reakcije.</p> <p>Učenik/ca analizira biohemijske procese i funkcionalno ih razdvaja.</p>
<p><b>D.II.3</b></p> <p>Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.</p>	<p>Učenik/ca izvodi eksperimente dokazivanja biomolekula (ugljikohidrata, lipida, proteina itd.).</p> <p>Učenik/ca provodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija biomolekula.</p> <p>Učenik/ca kritički razmatra posljedice prekomjerne konzumacije ugljikohidrata i lipida.</p>

## KLJUČNI SADRŽAJI

ugljikohidrati (monosaharidi, disaharidi, polisaharidi); stereoizomerija; lipidi (masti i ulja, voskovi; fosfolipidi; steroidi); sapuni i deterdženti; aminokiseline; peptidi; proteini; enzimi; alkaloidi; nukleinske kiseline; organske reakcije u živim organizmima; fotosinteza;

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Učenici/ce u osnovnoj školi uče osnove o biomolekulama, dok se u srednjoj školi detaljnije obrađuje ova tematika: uloga, sastav, struktura i reaktivnost.

Prilikom prikazivanja strukturnih formula molekula koristiti Fisher-ove, Haworth-ove projekcijske formule, te posvetiti posebnu pažnju prikazivanju veza osnovnih biomolekula tj. glikozidne, peptidne, esterske veza.

Preduvjet za razumijevanje ovih sadržaja jeste predznanje iz opće i organske hemije, a zbog njihove neodvojive povezanosti. Učenici/ce uglavnom nemaju problema prilikom usvajanja ovih nastavnih sadržaja. Sadržaje treba povezivati s gradivom iz predmeta Biologija. Od ključnog je značaja poticati učenike/ce na izvođenje eksperimenata, interpretaciju rezultata eksperimenata i na donošenje zaključaka, kako bi se izbjeglo puko memoriranje sadržaja.

Kad se govori o masnim kiselinama, treba naglasiti da sve prirodne masne kiseline imaju paran broj ugljikovih atoma, te da molekule nezasićenih masnih kiselina mogu imati *cis*- i *trans*- formu. Učenici/ce ne trebaju znati hemijske formule masnih kiselina, niti na kojem se ugljikovom atomu nalazi dvostruka veza. Dobro bi bilo da shvate da su masti i ulja po hemijskom sastavu esteri, te da različite masti sadrže različite masne kiseline. Ne treba inzistirati na strukturnim formulama, ali učenici/ce trebaju znati način formiranja esterske veze između

glicerola i masnih kiselina. Korisno je da učenici/ce nauče da su masti i ulja zapaljivi i da su podložni kvarenju (užeglost). Ovdje se mogu podsjetiti uticaja temperature na brzinu hemijske reakcije.

Učenici/ce bi trebali znati napisati hemijske formule alanina i glicina kao najjednostavnijih aminokiselina. Peptidna veza se treba objasniti shematski te naglasiti važnost sekvencije (redoslijeda) aminokiselina. Bitne osobine proteina mogu se pokazati na primjeru hemoglobina. Može se obraditi i raširena upotreba zaslađivača i njihova štetnost kod prečeste konzumacije.

Enzimi su zanimljiv nastavni sadržaj koji se može obraditi kroz učenička istraživanja. Može se ispitati uticaj pH, temperature, denaturacije na neki od enzima (katalaza, amilaza, ureaza).

Nastavni sadržaji vezani za nukleinske kiseline obrađuju se i u biologiji, te ih treba obraditi interdisciplinarno.

Učenike/ce treba upoznati s pojmovima katabolizam i anabolizam, osnovnim metaboličkim procesima u živom svijetu (fotosinteza, oksidativna fosforilacija, glikoliza, metabolizam masti) i povezati s pojmovima usvojenim na nastavi biologije u smislu mjesta održavanja metaboličkih procesa. Za navedeno se mogu koristiti razni online alati (simulacije i animacije). Također, učenici/ce trebaju shvatiti značaj vode za živi organizam, značaj održavanja pH vrijednosti i ulogu biološki značajnih pufera (bikarbonatni, fosfatni).

Kako bi se učenicima/cama pomoglo da bolje razumiju pretvaranje energije unutar organizma, može se od njih tražiti da nekoliko dana vode dnevnik i upisuju šta su sve hranom unijeli u svoj organizam. Učenici/ce bi trebali naučiti čitati deklaracije na prehrambenim proizvodima i objasniti ih sa biohemijskog aspekta. Hrana koja se ne iskoristi za proizvodnju energije skladišti se u organizmu u obliku masti; učenici/ce bi trebali ovo znanje primijeniti kada čitaju sastav prehrambenih proizvoda. S učenicima/cama se može diskutirati o tome zašto trebamo redovno jesti, koja vrsta hrane daje najviše energije organizmu, kako su povezane toplotna i mehanička energija. U okviru ove tematske cjeline mogu se izvesti sljedeći eksperimenti: redukcijske osobine aldoza (Tollensova, Fehlingova, Benedictova reakcija), reakcija disaharida s Tollenšovim i Fehlingovim reagensom, hidroliza škroba (djelovanjem hormona pankreasa), reakcija ninhidrina s aminokiselinama, ispitivanje mehaničkih osobina polietilenske folije.

Nastavnik/ca je kompetentan sam procijeniti koje eksperimente može izvesti. Preporučuje se izvesti i one eksperimente planirane za osnovnu školu, a koje učenici nisu imali prilike vidjeti/izvesti u osnovnoj školi. Ukoliko škola nije opremljena sa odgovarajućim priborom i hemikalijama preporučuje se korištenje internetskih izvora u vidu simulacija, videa, tutorijala itd.

## **2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

Moguće su korelacije sa predmetima *Fizika* (npr. površinska napetost kod sapuna i deterdženata, oblici energije u organizmu i načini pretvaranja), *Biologija* (nukleinske kiseline, biohemijske reakcije u živim organizmima, biokatalizatori, bioproces), *Tjelesni i zdravstveni odgoj* (energetska vrijednost hrane i zdrave prehrambene navike), *Matematika* (antropometrijska mjerenja, izračunavanje bazalnog metabolizma, izračunavanje nutritivnih vrijednosti namirnica), *Informatika* (analiza informacija dostupnih na internetu, izrada prezentacija, korištenje različitih aplikacija).

## **3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Moguće je odgojno djelovati po pitanju važnosti organskih tvari u svakodnevnom životu. Ugljikohidrati, proteini, masti i ulja, vitamini veoma su bitni za život te je važno poznavati pravila unosa zdrave hrane u organizam u cilju očuvanja zdravlja. Ako se u organizam unose u većoj ili manjoj količini od preporučene, nastaju različiti zdravstveni problemi: gojaznost, dijabetes, hipertenzija, kardiovaskularna oboljenja. Pored toga, učenici/ce mogu uvidjeti povezanost hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama te razviti svijest o potrebi cjeloživotnog učenja i o značaju hemije za ljudsku civilizaciju.

## Sve oblasti

### .II.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

## KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u drugom razredu.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

\* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obavezno ostvaruje u 1. ili 2. razredu

\*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika/ca i odgojno-obrazovnim ishodima za 2. razred

\*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimentalnim radom.

\*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom

\*\*\*\*\* Prezentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

## ► Srednje ► III.

### Godine učenja i podučavanja predmeta: 5

## C

### Struktura tvari i energija

#### C.III.1

Učenik/ca analizira kinetiku hemijskih reakcija i procjenjuje njenu važnost u hemijskoj industriji i živim sistemima.

Učenik/ca povezuje brzinu trošenja reaktanta ili brzinu nastajanja produkta s brzinom reakcije.

Učenik/ca procjenjuje uticaj različitih faktora na brzinu hemijske reakcije.

Učenik/ca procjenjuje važnost katalizatora/enzima i inhibitora u hemijskoj industriji i biološkim sistemima.

#### C.III.2

Učenik/ca analizira ravnotežu hemijskih reakcija i procjenjuje njenu važnost u hemijskoj

Učenik/ca opisuje pojam ravnotežnog stanja hemijskog sistema (konstanta ravnoteže,  $K_{sp}$ , pH, puferi)

Učenik/ca procjenjuje uticaj različitih faktora na hemijsku ravnotežu.



industriji i živim sistemima.

Učenik/ca predviđa uticaj dodavanja ili uklanjanja nekog od sudionika reakcije na smjer hemijske reakcije i ravnotežno stanje.

Učenik/ca predviđa uticaj pritiska i temperature na hemijsku ravnotežu i na rastvorljivost gasova u vodi.

Učenik/ca istražuje neke ravnotežne hemijske reakcije u organizmu.

### C.III.3

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca izračunava prosječne brzine promjene reaktanata i produkata kao i prosječne brzine reakcija.

Učenik/ca izračunava vrijednost konstante ravnoteže na osnovu sastava ravnotežne reakcijske smjese i obrnuto.

Učenik/ca grafički prikazuje ovisnost koncentracije učesnika reakcije o vremenu na osnovu jednačine hemijske reakcije.

## KLJUČNI SADRŽAJI

brzina hemijske reakcije; faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije; energija aktivacije; katalizatori i inhibitori; hemijska ravnoteža (ravnoteže u homogenim i heterogenim sistemima, u vodenim rastvorima elektrolita); ionski proizvod vode; pH vrijednost; konstanta disocijacije kiselina i baza; hidroliza soli; indikatori; produkt rastvorljivosti.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kinetika hemijskih reakcija izuzetno je važna oblast hemije koja bi se trebala izučavati, u skladu sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca, na svim nivoima obrazovanja. Eksperimenti, posebno laboratorijski, su bitan alat kod usvajanja znanja o različitim faktorima koji utiču na hemijsku reakciju. Stalno istraživanje najpovoljnijih uvjeta u kojima se odvija neka hemijska reakcija u hemijskoj industriji, i u kojima daje najviše prinosa željenog produkta oslikava važnost primjene ovog znanja. Pored toga, na razumijevanju kinetike hemijskih reakcija zasniva se i istraživanje različitih metaboličkih procesa, istraživanje primjene različitih lijekova, napredovanja bolesti itd.

Ravnoteža hemijskih reakcija je izuzetno važan, a istovremeno i zahtjevan pojam za poučavanje. Zbog njegove važnosti i činjenice da se kod većine hemijskih reakcija uspostavlja ravnoteža, njegovom poučavanju je potrebno posvetiti dovoljno vremena kako bi ga učenici/ce razumjeli. Istraživanja su pokazala da se učeničke teškoće razumijevanja hemijske ravnoteže odnose na njenu percepciju kao statične pojave, ili kao stanja u kojem su količine produkata i reaktanata izjednačene. Izuzetno je važno da učenici/ce razumiju da se u stanju ravnoteže hemijske reakcije i dalje odvijaju. Pojmove vezane za uspostavljanje ravnoteže (faktore koji na nju utječu, pojam reverzibilnih reakcija, konstanti ravnoteže) učenici/ce će tada lakše usvojiti.

Ovdje se mogu uvesti i teme iz historije hemije – prikaz istraživanja i značajnih naučnika koji su doprinijeli razumijevanju ravnotežnih procesa. Mnogobrojni resursi za nastavnike/ce i učenike / ce dostupni su na internetu (videi na YouTube, materijali na stranicama Američkog hemijskog društva (<https://www.chemedx.org/>), Kraljevskog hemijskog društva (<https://edu.rsc.org/resources/>), ali i na našim jezicima (npr. <https://edutorij.e-skole.hr/>).

Učenici/ce mogu izvesti eksperiment raspada natrij tiosulfata, te izračunati konstantu brzine reakcije i red reakcije. Reakcija između kalij permanganata u prahu i u kristalima sa glicerolom također može ilustrirati utjecaj površine čestica na brzinu hemijske reakcije. Reakcija aluminijske folije sa rastvorima hloridne

kiseline različitih koncentracija je jedan od mnogih eksperimenata kojima se demonstrira utjecaj koncentracije na brzinu hemijske reakcije. Ako škola baš nema uvjeta za izvođenje eksperimenata vezanih za brzinu hemijske reakcije, kinetika hemijske reakcije može se i simulirati ili prikazati video.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije kod poučavanja ovih pojmova ostvaruju se sa nastavom *Matematike* (izrada stehiometrijskih zadataka vezanih za kinetiku i hemijsku ravnotežu), *Fizike* (primjena mjernih jedinica SI, pojam kinetike u mehanici), *Informatike* (izrada grafičkih prikaza pomoću računara, očitavanje podataka iz grafika), *Biologije* (kinetika hemijskih reakcija u živom organizmu, enzimi), *Historije* (značajni naučnici, njihov život i djelo), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje u okviru ove tematske cjeline razvija se kroz naglašavanje potrebe pridržavanja mjera opreza i sigurnosti prilikom izvođenja laboratorijskog rada, pri čemu nastavnik/ca svojim primjerom treba ilustrirati važnost pridržavanja ovih mjera. Kroz laboratorijski rad učenici/ce razvijaju osjećaj važnosti potkrepljivanja teorije rezultatima eksperimenata, razvijaju kritičko i kreativno mišljenje kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno neočekivane rezultate. Razvija se svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Kroz naglašavanje međupredmetne povezanosti i saradnju između nastavnika/ca u izradi učeničkih projekata, učenici/ce razvijaju svijest o povezanosti kako nastavnih predmeta, tako i potrebi primjene znanja iz različitih predmeta u cilju rješavanja zadataka i problema kako u nastavi tako i u svakodnevnom životu.

## C

### Struktura tvari i energija

#### C.III.1

Učenik/ca analizira osnovne procese na elektrodama galvanskog članka i elektrolizera.

Učenik/ca objašnjava princip rada galvanskih članaka.

Učenik/ca objašnjava način nastajanja elektrodnog potencijala i elektromotorne sile galvanskog članka.

Učenik/ca navodi primjere primarnih i sekundarnih galvanskih članaka kao izvore energije.

Učenik/ca predviđa hemijske reakcije na elektrodama galvanskog članka.

Učenik/ca zapisuje i analizira jednačine hemijskih reakcija koje se dešavaju na elektrodama.

Učenik/ca prikazuje shematski galvanske članke.

#### C.III.2

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenata s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca izračunava elektromotornu silu galvanskog članka.

Učenik/ca izračunava količine izdvojenih tvari na elektrodama pri procesu elektrolize.

## KLJUČNI SADRŽAJI

elektroliza; Faradejevi zakoni elektrolize; galvanski članci; primarni galvanski članci; sekundarni galvanski članci; elektrodni potencijal; standardna vodikova elektroda; elektrohemijski niz.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Elektrohemijski koncepti mogu predstavljati određenu teškoću za učenje ako učenici/ce ne imaju dovoljno relevantnog predznanja za ovu oblast. Prije uvođenja novih pojmova, nastavnicima se savjetuje provjeravanje usvojenog znanja, te razjašnjavanje eventualno nejasnih pojmova i miskoncepcija. Ovakav pristup može se činiti kao „gubitak vremena“ inače potrebnog za obradu novih pojmova, ali će učenicima/cama olakšati usvajanje gradiva, što će se pokazati korisnim kasnije. Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti su izuzetno korisni kako bi se učenici/ce lakše mogli prisjetiti ovih koncepata.

Učenici/ce trebaju razumjeti važnost Daniellovog članka (baterije), princip rada (pretvaranja hemijske energije u električnu) i razlikovati galvanski od elektrolitskog članka. Također, potrebno je da se vježbanjem usvoje pravila označavanja galvanskih članaka te pisanje polureakcija na elektrodama. Učenici/ce kao istraživački projekt mogu rastaviti različite vrste baterija i vidjeti šta se u njima nalazi, što su korisna znanja. Korisno znanje je i o sekundarnim galvanskim člancima – akumulatorima, koji su skupi, a lako se pogrešnim postupcima mogu uništiti.

Mnogobrojni resursi za nastavnike/ce i učenike/ce dostupni su na internetu (videi na YouTube, materijali na stranicama Američkog hemijskog društva (<https://www.chemedx.org/>), Kraljevskog hemijskog društva (<https://edu.rsc.org/resources/>), ali i na našim jezicima (npr. <https://edutorij.e-skole.hr/>).

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije mogu se ostvariti sa nastavom *Fizike*, koja, također, proučava elektrohemijske procese i njihovu primjenu, potom sa nastavom *Matematike* (izračunavanje elektromotorne sile, pisanje jednadžbi hemijskih reakcija), *Informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tabelarno i/ili grafički upotrebom računara, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *Historije* (historijski razvoj elektrohemije, značajni naučnici, njihov život i djelo), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti zahtijevaju da se posebna pažnja obrati na sigurnost i poštivanje mjera opreza, kako kod nastavnika/ca, tako i kod učenika/ca. Time se razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite (*safety skills*) i u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji, kako u cilju vlastite zaštite, tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata, svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također se razvija sposobnost kritičkog i kreativnog razmišljanja kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno neočekivane rezultate. Kroz naglašavanje međupredmetne povezanosti i saradnje između nastavnika/ca u izradi učeničkih projekata, učenici/ce razvijaju svijest o povezanosti kako nastavnih predmeta, tako i potrebi primjene znanja iz različitih predmeta u cilju rješavanja zadataka i problema u nastavi i u svakodnevnom životu.

## B

### Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.III.1

Učenik/ca utvrđuje osobine, sastav i vrstu tvari.

Učenik/ca navodi opće osobine, dobijanje i primjenu: alkalnih i zemnoalkalnih metala, pojedinih elemenata 13. 14. 15. 16. i 17. grupe Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca objašnjava osobine, postupke dobijanja i primjenu tehnički važnih metala (željezo, aluminij, bakar).

Učenik/ca objašnjava osobine, postupke dobijanja i upotrebu važnijih nemetala (vodik, kisik, azot, hlor, sumpor).

#### B.III.2

Učenik/ca povezuje građu i osobine elementarnih tvari s njihovim položajem u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca objašnjava Zakon periodičnosti (promjena elektronegativnosti, metalnih i nemetalnih osobina, atomski radijus, energiju jonizacije) unutar Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca upoređuje fizičke i hemijske osobine metala i nemetala.

Učenik/ca povezuje kristalnu strukturu metala i metalnu vezu sa osobinama metala i njihovom praktičnom primjenom.

#### B.III.3

Učenik/ca analizira hemijske promjene metala i nemetala.

Učenik/ca analizira reakcije dobivanja: željeza, bakra, cinka, alkalnih i zemnoalkalnih metala, pojedinih elemenata 13. 14. 15. 16. i 17. grupe Periodnog sistema elementa.

Učenik/ca prikazuje reakcije dobivanja metala i nemetala uz pomoć odgovarajućih hemijskih jednačina.

#### B.III.4

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca izvodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija anorganskih spojeva.

Učenik/ca utvrđuje limitirajući reaktant i reaktant u višku.

#### B.III.5

Učenik/ca utvrđuje važnost tehnoloških procesa i njihov uticaj na održivi razvoj.

Učenik/ca potkrepljuje dokazima pretjeranu eksploataciju prirodnih resursa i predlaže mjere unapređenja zaštite životne sredine.

Učenik/ca procjenjuje efikasnost industrijskih procesa koristeći principe zelene hemije.

Učenik/ca procjenjuje recikliranje materijala iz ekonomske, društvene i ekološke perspektive.

Učenik/ca analizira štetno djelovanje anorganskih spojeva na čovjekovo zdravlje i okolinu.

### B.III.6

Učenik/ca argumentuje važnost analitičke hemije u svakodnevnom životu.

Učenik/ca objašnjava ulogu analitičke hemije u savremenom načinu života.

Učenik/ca povezuje analitičku hemiju sa drugim granama hemije.

## KLJUČNI SADRŽAJI

1. grupa PSE – natrij (Na), kalij (K) i spojevi; 2. grupa PSE – kalcij (Ca), magnezij (Mg) i spojevi; 13. grupa PSE - aluminij (Al); bakar (Cu) i legure bakra; željezo (Fe); korozija i zaštita od korozije; olovo (Pb); cink (Zn); prirodna i vještačka radioaktivnost; vodik (H); ugljik (C); silicij (Si) – poluprovodnici, silikati, silikoni; azot (N); kisik (O), oksidi i voda; zrak, ozon, fotohemijski smog, efekt staklenika; sumpor (S); kisele kiše; hlor (Cl); hemijska tehnologija; održivi razvoj; zelena hemija; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kako učenici/ce stječu sve više prakse u laboratorijskom radu, tako im se može postupno omogućavati izvođenje većeg broja praktičnih vježbi. Učenicima/cama je potrebno naglasiti da sve više sami trebaju raditi na sticanju znanja i razvoju sposobnosti, odnosno da se trebaju osposobljavati za samostalno učenje, jer činjenice i naučene definicije sve brže zastarijevaju, a sve veću važnost ima kontinuirano sticanje znanja i cjeloživotno učenje. Nastavnici/e su kompetentni procijeniti koje eksperimente učenici/ce mogu izvesti, imajući u vidu opremljenost škole i psihofizički uzrast učenika/ca.

Prije poučavanja gradiva o metalima i nemetalima, s učenicima je potrebno ponoviti pravila pisanja elektronske konfiguracije, građa atoma i Periodni sistem elemenata. Nije potrebno tražiti od učenika/ca pisanje elektronskih konfiguracija atoma lantanoida i aktinoida, važni su prijelazni elementi četvrte periode.

Nastava anorganske hemije učenicima/cama se može učiniti zanimljivijom tako što će se na svakom nastavnom satu „najaviti“ nova nastavna tema, npr. *alkalni metali*, te izabrati dva učenika/ce kojima će se zadati zadaća da obrade ove sadržaje s naglaskom na interdisciplinarni pristup (npr. mogu se osvrnuti na Na-K pumpu, manjak kalija u organizmu uslijed terapije diureticima, povećanje krvnog pritiska kod prehrane bogate natrij hloridom). Za kvalitetnu pripremu nije dovoljno sedam dana, pa je potrebno teme dati dovoljno unaprijed kako bi se učenici/ce mogli kvalitetno pripremiti za diskusiju. Kod obrade elemenata druge grupe Periodnog sistema elemenata, učenici/ce se trebaju pripremiti za diskusiju o ulozi kalcija u organizmu, strukturi kostiju i zuba, osteoporozu; zastupljenosti krečnjaka i dolomita u planinskim masivima. Sličan način rada može se primijeniti i kod obrade sadržaja o drugim grupama Periodnog sistema elemenata. Jako je važno kod učenika/ca razvijati samostalnost u radu i sposobnost za timski rad, te kritičko razmišljanje i procjenjivanje dobivenih informacija. Znanje koje će učenici/ce steći vlastitim radom puno je korisnije od slušanja izlaganja nastavnika/ce, u suštini, nije bitno znaju li učenici/ce neke činjenice napamet, nego trebaju razviti sposobnost pronalaženja podataka potrebnih u datom trenutku, kao i sistematskog izlaganja na zadanu temu uz pravilnu upotrebu hemijske nomenklature.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost može se ostvariti s nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (pretraživanje informacija dostupnih na Internetu, prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tabelarno i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, pridržavanje mjera opreza), *Biologije* (briga o okolišu, efekt staklenika, kisele kiše), *Geografije* (nalazišta hemijskih elemenata i spojeva u prirodi), *Bosanskog jezika i književnosti*, *hrvatskog jezika i književnosti*, *srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes da njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

#### B.III.7

Učenik/ca istražuje tvari primjenom kvalitativne i kvantitativne hemijske analize.

Učenik/ca objašnjava metode uzorkovanja, reprezentativni uzorak za analizu i prevođenje uzoraka u rastvor.

Učenik/ca objašnjava principklasifikacije kationa i aniona u analitičke grupe.

Učenik/ca prikazuje ionske jednačine za dokazivanje kationa i aniona.

Učenik/ca objašnjava postupke u gravimetrijskoj i volumetrijskoj analizi.

#### B.III.8

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca objašnjava izračunavanje u gravimetrijskoj i volumetrijskoj analizi i praktično ga primjenjuje.

Učenik/ca izračunava količinsku koncentraciju jake kiseline ili jake baze na osnovu rezultata titracije.

### KLJUČNI SADRŽAJI

metode uzorkovanja; kvalitativna analiza (karakteristične reakcije kationa i aniona); kvantitativna analiza (gravimetrija, volumetrija i fizičko-hemijske metode); stehiometrijska izračunavanja.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Hemijska analiza koristi se u forenzici, medicini, u ispitivanju sadržaja različitih tvari u svim sferama okoline (tlo, voda, zrak), u cilju ispitivanja kvalitete hrane, različitih sirovina i gotovih proizvoda, goriva, u hemijskoj industriji. Međutim, i najbolje analitičke metode su beskorisne ako uzorak ispitivanog materijala nije uzet na odgovarajući način. Učenici/ce se kroz primjere iz prakse trebaju upoznati s važnošću reprezentativnosti uzorka, te s problemom velikog i malog uzorka (uzorak uglja iz rudnika, uzorci tkiva u forenzici). Hemijska analiza u srednjoj školi uključuje dokazivanje odabranih kationa (npr.  $Pb^{2+}$ ), aniona ( $SO_4^{2-}$ ), njihovo svrstavanje u analitičke grupe na osnovu grupnog reagensa. Dovoljno je obraditi samo visoko selektivne analitičke reagense i reakcije. Na navedenome se temelji učenje gradiva o kiselinama, bazama, solima, te redoks reakcijama. Hemijska analiza također omogućava učenicima/cama da razviju vještine rukovanja osnovnim laboratorijskim priborom i posuđem, vještine promatranja i uočavanja promjena. Teškoće s kojima se učenici/ce susreću prilikom učenja ovih sadržaja vezani su za nemogućnost povezivanja praktičnog rada sa teorijskim sadržajima koje uče. Pored toga, nerijetko su preopterećeni različitim zadacima u okviru praktičnog rada (čitanje uputa, izvođenje praktičnog rada, uočavanje promjena, zapisivanje rezultata, planiranje narednih koraka), što može izazvati kognitivno preopterećenje. Zbog toga se taj rad nerijetko svede na slijepo slijeđenje zadanih uputa.

S obzirom da se kationi najčešće identificiraju tako što s određenim reagensima daju taloge, koje je lakše uočiti, obično se polazi od reakcija na katione. Anioni se često dokazuju reakcijama u kojima nastaju gasovi, pa se stoga oni rade kasnije. Ovi sadržaji zahtijevaju visok udio praktičnog rada, ali se učenici /ce trebaju poticati i na razmišljanje, a ne samo na mehaničko izvođenje eksperimenta (npr. zašto se lakmus papir

navlaži prije nego se njime ispituje kiselost / bazičnost rastvora, zašto su dovoljne male količine nepoznate tvari i reagensa, zašto se obično koriste rastvori nepoznate tvari a ne čvrsta tvar, ...).

Kvalitativna i kvantitativna analiza mogu se kombinirati tako da se učenicima/cama zada smjesa dviju soli, npr. kalcij karbonat i kalcij hlorid; njihov zadatak je predložiti način određivanja zajedničkog

kationa i dva aniona (kvalitativna analiza), te izračunati maseni udio ovih dviju soli u uzorku (kvantitativna analiza, određivanje sulfata). Od volumetrijskih metoda dovoljna je kiselinsko-bazna titracija jake kiseline i jake baze (rastvori hloridne i sulfatne kiseline, te natrij-hidroksida, a u cilju razumijevanja i primjenjivanja stehiometrijskih odnosa reaktanata u izračunavanju).

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije kod poučavanja ovih pojmova ostvaruju se sa nastavom *Matematike* (izrada stehiometrijskih zadataka vezanih za količinu tvari, pisanje hemijskih reakcija), *Fizike* (primjena mjernih jedinica SI), *Informatike* (izrada grafičkih prikaza pomoću računara, očitavanje podataka iz grafika), *Biologije* (kationi i anioni u živom organizmu), *Bosanskog jezika i književnosti*, *hrvatskog jezika i književnosti*, *srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Obradom ovih nastavnih sadržaja učenici/ce razvijaju vještine rukovanja laboratorijskim priborom i posuđem, primjenjuju pravila rada u laboratoriji i pridržavaju se mjera opreza, a te navike poslije primjenjuju i u drugim aktivnostima. Potiče se kritičko i kreativno razmišljanje uključivanjem u rješavanje problema. Kroz primjenu analitičkih metoda u stvarnim i hipotetičkim situacijama kod učenika/ca se stvara osjećaj za zastupljenost hemije u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji. Kod učenika/ca se razvija i briga o okolini, svijest o značaju odlaganja produkata eksperimenata na odgovarajući način, kao i svijest o izvođenju eksperimenta u manjim količinama kako bi se smanjile količine otpada.

## Sve oblasti

### .III.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

## KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u trećem razredu.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

\* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obavezno ostvaruje u 3. ili 4. razredu

\*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika i odgojno-obrazovnim ishodima za 3. razred



\*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimentalnim radom.

\*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom

\*\*\*\*\* Presentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

## ► Srednje ► IV.

### Godine učenja i podučavanja predmeta: 6

#### A

#### Tvari

##### A.IV.1

Učenik/ca analizira sastav, strukturu, osobine i promjene tvari primjenjujući hemijsku simboliku i terminologiju.

Učenik/ca istražuje povezanost strukture atoma i Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca povezuje osobine tvari s vrstom hemijske veze, te na osnovu građe molekule predviđa fizičke i hemijske osobine spojeva.

Učenik/ca istražuje hemijske veze na odabranim primjerima.

Učenik/ca piše formule spojeva i imenuje ih po IUPAC pravilima nomenklature uz osvrt na trivijalna imena.

Učenik/ca analizira fizičko-hemijske promjene tvari.

##### A.IV.2

Učenik/ca kritički razmatra građu i osobine elementarnih tvari u odnosu na njihov položaj u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca analizira promjenu fizičkih osobina atoma hemijskih elemenata (prečnik atoma, energija jonizacije, elektronski afinitet, elektronegativnost) na osnovu zakona periodičnosti.

Učenik/ca analizira tipične reakcije metala i nemetala na osnovu položaja u Periodnom sistemu elemenata prikazujući ih hemijskim jednačinama.

Učenik/ca povezuje osobine metala, nemetala i njihovih spojeva sa praktičnom primjenom.

#### KLJUČNI SADRŽAJI

metali: osobine, metode dobivanja, spojevi, značaj i primjena; nemetali: osobine, metode dobivanja, spojevi, značaj i primjena; tehnički važniji metali (aluminij, željezo, bakar, olovo, cink); tehnički važniji nemetali (vodik, ugljik, azot, fosfor, kisik, sumpor, hlor).

#### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

##### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za potrebe ostvarenja ishoda učenja nastavnik će zajedno sa učenicima/cama dopuniti nastavne sadržaje vezane za metale i nemetale: nalaženje u prirodi, dobivanje, osobine, spojevi, upotreba i značaj, povezati položaj elemenata u Periodnom sistemu elemenata (PSE) sa fizičkim i hemijskim osobinama metala i nemetala. Odabirom različitih metoda rada, nastavnih tehnika i različitih sredstava učenici /ce uz pomoć nastavnika prikazivati i analizirati hemijske promjene uz pomoć hemijskih jednačina. Za prikazivanje hemijskih promjena mogu se izvoditi i laboratorijske vježbe koristeći rastvore koje su učenici napravili na času ili dodatnoj nastavi.

Nastava anorganske hemije učenicima/cama se može učiniti zanimljivijom tako što će se na svakom nastavnom satu „najaviti“ nova nastavna tema, npr. *alkalni metali*, te izabrati dva učenika/ce kojima će se zadati zadaća da obrade ove sadržaje s naglaskom na interdisciplinarni pristup (npr. mogu se osvrnuti na Na-K pumpu, manjak kalija u organizmu uslijed terapije diureticima, povećanje krvnog pritiska kod prehrane bogate natrij kloridom). Za kvalitetnu pripremu nije dovoljno sedam dana, pa je potrebno teme dati dovoljno unaprijed kako bi se učenici/ce mogli kvalitetno pripremiti za diskusiju. Kod obrade elemenata druge grupe Periodnog sistema elemenata, učenici/ce se trebaju pripremiti za diskusiju o ulozi kalcija u organizmu, strukturi kostiju i zuba, osteoporozi; zastupljenosti krečnjaka i dolomita u planinskim masivima. Sličan način rada može se primijeniti i kod obrade sadržaja o drugim grupama Periodnog sistema elemenata. Važno je kod učenika/ca razvijati samostalnost u radu i sposobnost za timski rad, te kritičko razmišljanje i procjenjivanje dobivenih informacija. Znanje koje će učenici/ce steći vlastitim radom puno je korisnije od slušanja izlaganja nastavnika/ce, u suštini, nije bitno znaju li učenici/ce neke činjenice napamet, nego trebaju razviti sposobnost pronalaženja podataka potrebnih u datom trenutku, iskorištavanja istih kao i sistematskog izlaganja na zadanu temu uz pravilnu upotrebu hemijske nomenklature.

Osposobljavati učenike/ce da različite promjene rješavaju i izražavaju jednačinama hemijskih reakcija uz različita stehiometrijska izračunavanja. Učenik/ce treba da znaju pisati formule spojeva i imenovati ih po IUPAC pravilima nomenklature uz osvrt na trivijalna imena. Nastavnik treba ukazivati na značaj hemije u savremenom svijetu, poučiti učenike/ce da savladaju osnovna znanja potrebna za razumijevanje i primjenu različitih proizvoda hemijske industrije u svakodnevnom životu.

U trećem razredu gimnazije-prirodnog izbornog područja obaveza je realizovati posjete raspoloživim tehnološkim postrojenjima/firmama (npr. Bosnalijek, Sarajevske pivara, Coca-Cola, Milkos, Fabrike duhana Sarajevo, Argeta, Vispak Visoko, Cementara Kakanj...). Prije posjete odabranim poslovnim subjektima neophodno je upoznati učenike/ce o načinu ponašanja u pogonu, mjerama zaštite i načinu vođenja pismenih zapažanja.

## **2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

Međupredmetne korelacije kod poučavanja ovih pojmova ostvaruju se sa nastavom *Matematike* (izrada stehiometrijskih zadataka vezanih za količinu tvari, pisanje hemijskih reakcija), *Fizike* (primjena mjernih jedinica SI), *Informatike* (izrada grafičkih prikaza pomoću računara, očitavanje podataka iz grafika), *Biologije* (kationi i anioni u živom organizmu), *Bosanskog jezika i književnosti*, *hrvatskog jezika i književnosti*, *srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## **3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes da njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

Što više koristiti audiovizuelna sredstva i pomagala, Periodni sistem elemenata (PSE), modele, crteže, različite schematske i tabelarne prikaze, računske zadatke, kako bi se što bolje razvila očiglednost, grafičko opismenjavanje, razvoj vještina vizualizacije i prezentacije, kao i razvoj ključnih kompetencija.

## D

### Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

#### D.IV.1

Učenik/ca analizira osobine, strukturu i primjenu organskih spojeva primjenjujući hemijsku simboliku i terminologiju.

Učenik/ca prikazuje strukturu organskih spojeva ispisujući odgovarajuće formule na osnovu naziva spoja i obrnuto uz primjenu IUPAC nomenklature i trivijalnih naziva.

Učenik/ca ilustruje i identifikuje vrste izomerije.

Učenik/ca istražuje sličnosti i razlike u fizičkim osobinama unutar klase organskih spojeva i povezuje ih sa strukturom njihovih molekula i međumolekulskim interakcijama.

Učenik/ca analizira uticaj strukture i uticaj udaljene grupe na kiselost i bazičnost organskih spojeva.

Učenik/ca analizira i ispisuje jednačine hemijskih reakcija kojima podliježu organske molekule (supstitucija, eliminacija, adicija, polimerizacija, oksidacija, redukcija, ...).

Učenik/ca kritički razmatra povezanost fizičko-hemijskih osobina organskih spojeva sa njihovom upotrebom i značajem u svakodnevnom životu.

#### D.IV.2

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru odabranih organskih spojeva.

Učenik/ca objašnjava reakcije organskih spojeva na osnovu provedenih eksperimenata.

#### D.IV.3

Učenik/ca analizira osobine, sastav, strukturu i primjenu odabranih biomolekula primjenjujući hemijsku simboliku i terminologiju.

Učenik/ca analizira fizičko-hemijske osobine, sastav i klase odabranih biomolekula.

Učenik/ca povezuje strukturu odabranih biomolekula s njihovom ulogom u organizmu.

Učenik/ca primjenjuje hemijske nazive i simboliku u okviru odabranih biomolekula ispisujući odgovarajuće formule.

Učenik/ca istražuje hemijske promjene odabranih biomolekula.

Učenik/ca objašnjava djelovanje enzima u organizmu (energija aktivacije).

Učenik/ca objašnjava energetske promjene tokom biohemijskih reakcija na odabranome primjeru.

Učenik/ca objašnjava funkcionisanje metabolizma (katabolizam i anabolizam).

### KLJUČNI SADRŽAJI

organski spojevi (ugljkovodici, aromatski ugljikovodici, spojevi sa kisikom, azotom i sumporom, halogenirani organski spojevi, heterociklički spojevi)-strukturne karakteristike, izomerija, nomenklatura, fizičke i hemijske osobine, hemijske reakcije (supstitucija, adicija, eliminacija, oksidacija, redukcija, kondenzacija, esterifikacija, polimerizacija, ...)

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline– metodičke smjernice

Organska hemija je grana hemije koja proučava strukturu, osobine i reakcije organskih spojeva. Proučavanje strukture određuju njihovu strukturnu formulu. Izučavanje osobina uključuje fizičke i hemijske osobine, te procjenu hemijske reaktivnosti radi lakšeg razumijevanja njihovog ponašanja. Proučavanje organskih reakcija uključuje hemijsku sintezu prirodnih proizvoda, lijekova, polimera, pesticida te proučavanje pojedinačnih organskih spojeva kako teoretski tako i u praksi. Lepeza spojeva koji se proučavaju u organskoj hemiji uključuje ugljikovodike (spojeve koji sadrže samo ugljik i vodik) kao i spojeve na bazi ugljika, ali koji sadrže druge elemente, posebno kisik, azot, sumpor i halogene elemente. Obrasci vezivanja ugljika, zbog njegove četervalentnosti, može da formira jednostruke i višestruke C-C veze, kao i strukture sa delokalizovanim elektronima čineći niz organskih spojeva strukturno raznolikim, a dijapazon njihove primjene ogromnim. Oni čine osnovu ili su njen sastavni dio mnogih komercijalnih proizvoda (farmaceutskih, petrohemijskih, agrohemijskih, proizvoda kao što su različiti rastvarači, plastika itd.).

S učenicima/cama je potrebno obraditi najvažnije klase organskih spojeva osvrćući se na imenovanje po IUPAC nomenklaturi kao i korištenju trivijalnih imena, osobine organskih spojeva unutar klase, strukturnu izomeriju i *cis-trans* izomeriju. Preporučuje se korištenje odgovarajućih programa za iscrtavanje struktura organskih spojeva sa ciljem da učenici pored vježbanja crtanja struktura na papiru, to urade koristeći odgovarajuće programe. Sa učenicima/cama je moguć i rad u grupi pri čemu bi mogli praviti modele organskih spojeva od plastelina u cilju razumijevanja trodimenzionalne strukture molekula i kako se one ponašaju u organskim hemijskim reakcijama. Izučavajući reakcije kojima podliježu karakteristične klase organskih spojeva, učenici/ce će moći predložiti hemijske reakcije i metode za razlikovanje različitih funkcionalnih grupa i identificiranje nepoznatih organskih spojeva. Objašnjavanje i pisanje reakcija dobivanja kao i reakcija u kojima učestvuju organski spojevi najvažnijih klasa organskih spojeva se očekuje od učenika/ca. Kroz reakcije dobivanja organskih spojeva, potrebno je učenike/ce podučiti o važnostima pojedinih reakcija industrijskog dobivanja odabranih organskih spojeva. Od učenika/ca se ne očekuje da znaju objašnjavati organske reakcije preko reakcijskih mehanizama. Kroz nastavu organske hemije mogu se izvoditi i jednostavniji eksperimenti koji mogu imati za cilj dokazivanje pojedinih funkcionalnih grupa organskih spojeva (hidroksilne kod alkohola, karbonilne kod aldehida, fenola), prisustvo dvostruke veze, mogućnost oksidacije, kao i sinteze jednostavnijih organskih spojeva koji imaju primjenu u svakodnevnom životu u zavisnosti od opremljenosti školske laboratorije. Ukoliko škola nema potrebnu laboratorijsku opremu i pribor, preporučuje korištenje internetskih izvora, odnosno simulacija koje imaju za cilj da približe učenicima odvijanje hemijskih reakcija organskih spojeva. .

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Preporučuje se učenicima/cama naglasiti poveznice s drugim nastavnim predmetima: *Historijom* (historijski razvoj organske hemije i uloga pojedinih produkata organske hemijske industrije nekad i danas), *Matematikom* (različita izračunavanja i rješavanje stehiometrijskih zadataka), *Informatikom* (obrađa eksperimentalnih podataka upotrebom računara, primjena različitih programa za nastavu organske hemije, npr. ChemDraw, ChemSketch, Avogadro, virtualni hemijski laboratorij), *Biologijom* (biomolekule i heterociklični spojevi).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje eksperimenata se kroz razvijanje svijesti kod učenika/ca o važnosti organske hemije u svakodnevnom životu i u industrijskim procesima, organske sinteze u proizvodnji farmaceutskih i kozmetičkih preparata, te u vezi s tim, svijesti o interdisciplinarnoj povezanosti sadržaja iz organske hemije s mnogobrojnim aspektima svakodnevnog života. Učenici/ce trebaju shvatiti važnost pridržavanja mjera opreza prilikom rada u laboratoriju i u industrijskim pogonima. Od velikog je značaja je da postanu svjesni uticaja organske hemije i potrebe cjeloživotnog učenja u kontekstu organske hemije, a u cilju donošenja odluka baziranih na činjenicama i eksperimentalnim rezultatima.

#### D.IV.4

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca objašnjava reakcije odabranih biomolekula na osnovu provedenih eksperimenata.

### KLJUČNI SADRŽAJI

biomolekule; ugljikohidrati (monosaharidi, disaharidi, polisaharidi); reakcije monosaharida; stereoizomerija; formiranje glikozidne veze; masti i ulja (reakcije esterifikacije tj., formiranje triaciglicerola); sapuni (reakcija saponifikacije) i deterdženti; voskovi; fosfolipidi (uloga i strukturne jedinice fosfolipida); steroidi; aminokiseline; kiselinsko-bazne osobine aminokiselina; stereohemija aminokiselina; reakcije aminokiselina; formiranje peptidne veze; peptidi; struktura peptida i proteina; podjela proteina; hemijske osobine proteina; enzimi; proteini u prehrani; alkaloidi; nukleinske kiseline; strukturne jedinice nukleinskih kiselina; primarna i sekundarna struktura DNA; organske reakcije u živim organizmima; fotosinteza; osnovni pojmovi metabolizma (prijenosnici elektrona, koenzim A, glikoliza, ciklus limunske kiseline, metabolizam masnih kiselina, razgradnja aminokiselina); vitamini i minerali; hormoni; lijekovi.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline– metodičke smjernice

Učenici/ce bi zahvaljujući pređenom i obrađenom gradivu iz organske hemije trebali bez problema savladati ulogu, sastav, strukturu, fizičko-hemijske osobine i reaktivnost koje odlikuju biomolekule (ugljikohidrate, aminokiseline i proteine, lipide, enzime, nukleinske kiseline, vitamini, hormoni). Učenici/ce bi trebali da znaju načine klasificiranja monosaharida, po čemu se oni razlikuju od disaharida i polisaharida. Važno je da se obradi i način prikazivanja monosaharida strukturnim formulama (Fisherova, Harwartova) kao i pisanje monosaharida u piranoznom i furanoznom obliku. Takođe bi trebalo da znaju koja veza se nalazi između dvije ili više povezanih monosaharidnih jedinica i kako ona nastaje, kao i načina raskidanja glikozidne veze. Kad se govori o masnim kiselinama, treba naglasiti da sve prirodne masne kiseline imaju paran broj ugljikovih atoma, te da molekule nezasićenih masnih kiselina mogu imati *cis* i *trans* formu. Dobro bi bilo da shvate da su masti i ulja po hemijskom sastavu esteri, te da različite masti sadrže različite masne kiseline. Učenici/ce trebaju znati način formiranja esterske veze između glicerola i masnih kiselina (bar na opštem primjeru), kao i hemijskim jednačinama predstaviti proces saponifikacije. Učenici/ce bi trebali znati napisati opštu formulu aminokiselina kao i hemijske formule alanina, glicina i fenilalanina. Peptidna veza se treba objasniti shematski na opštem primjeru, ali i podučiti učenike/ce pisanju peptidne veze i na konkretnim primjerima aminokiselina čije strukture bi trebali znati, te naglasiti važnost sekvencije (redosljed) aminokiselina u proteinima. Potrebno je obraditi i ponašanje aminokiselina pri različitim pH, kao i pojam izoelektrične tačke. Bitne osobine proteina mogu se pokazati na primjeru hemoglobina. Objasniti učenicima/cama primarnu, sekundarnu, tercijarnu i kvarternu strukturu proteina. Učenike/ce podučiti o strukturi i ulozi vitamina u organizmu i u prehrani, kao i o važnosti hormona u organizmu i njihovoj strukturi. Sadržaj iz tematske cjeline Biomolekule se može povezati ne samo sa organskom hemijom nego i Biologijom, jer su te oblasti povezane.

Enzimi su zanimljiv nastavni sadržaj koji se može obraditi kroz učenička istraživanja, pri čemu će se obratiti pažnja i na njihovu ulogu u organizmu ali i u reakcijama općenito.. Može se ispitati uticaj pH, temperature, denaturacije na neki od enzima (katalaza, amilaza, ureaza). Nastavni sadržaji vezani za nukleinske kiseline i hormone obrađuju se i u biologiji, te ih treba obraditi interdisciplinarno. Takođe je potrebno osvrnuti se i na strukturu, osobine i važnost vitamina u organizmu.

Učenike/ce treba upoznati s pojmovima katabolizam i anabolizam, osnovnim metaboličkim procesima u živom svijetu (fotosinteza, oksidativna fosforilacija, glikoliza, metabolizam masti) i povezati s pojmovima usvojenim na nastavi biologije u smislu mjesta održavanja metaboličkih procesa. Za navedeno se mogu

koristiti razni online alati (simulacije i animacije). Također, učenici/ce trebaju shvatiti značaj vode za živi organizam, značaj održavanja pH vrijednosti i ulogu biološki značajnih pufera (bikarbonatni, fosfatni).

Sa učenicima/ama se u okviru tematske cjeline biomolekule mogu sprovesti različiti eksperimenti kao i učenička istraživanja. Može se ispitati dokazivanje aldehidne grupe kod monosaharida, topivost masti i ulja u različitim rasvaračima, dokazivanje peptidne veze, prisustva nezasićenih masnih kiselina u ulju, dobivanje sapuna itd. u zavisosti od opremljenosti školskih laboratorija. Ukoliko škola nije opremljena sa odgovarajućim priborom i hemikalijama preporučuje se korištenje internetskih izvora u vidu simulacija, videa, tutorijala itd. Korisno je da učenici/ce nauče da su masti i ulja zapaljivi i da su podložni kvarenju (užeglost). Ovdje se mogu podsjetiti uticaja temperature na brzinu hemijske reakcije. Učenici/ce bi trebali naučiti čitati deklaracije na prehrambenim proizvodima i objasniti ih sa biohemijskog aspekta. Hrana koja se ne iskoristi za proizvodnju energije skladišti se u organizmu u obliku masti; učenici/ce bi trebali ovo znanje primijeniti kada čitaju sastav prehrambenih proizvoda.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Preporučuje se učenicima/cama naglasiti poveznice s drugim nastavnim predmetima: *Informatikom* (obrada eksperimentalnih podataka upotrebom računara, primjena različitih aplikacija za nastavu organske hemije, npr. ChemDraw, ChemSkech, Avogadro, virtualni hemijski laboratorij), *Biologijom* (biomolekule i heterociklični spojevi).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje eksperimenata se kroz razvijanje svijesti kod učenika/ca o važnostima i ulogama svih biomolekula u živim organizmima. Od velikog je značaja da učenici/ce postanu svjesni važnost biomolekula u prehrambenim proizvodima kao i o zdravom načinu prehrane. Takođe je potrebno da shvate važnost čitanja deklaracija na prehrambenim proizvodima.

### D.IV.5

Učenik/ca analizira primjenu biotehnologije u različitim sferama života.

Učenik/ca navodi primjere primjene biotehnologije (u medicini, poljoprivredi, zaštiti okoline; proizvodnja hemikalija).

Učenik/ca istražuje tradicionalne biotehnološke tehnike koje se koriste u prehrambenoj industriji (fermentacija).

Učenik/ca istražuje biotehnološke metode koje se koriste u zdravstvenom i poljoprivrednom sektoru.

## KLJUČNI SADRŽAJI

biotehnologija i njene mogućnosti; fermentacija; korištenje genetskog inženjeringa u biotehnologiji; zamjena klasičnih tehnoloških postupaka biotehnološkim postupcima;

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Biotehnologija kao interdisciplinarna nauka podrazumijeva da za njeno uspješno poučavanje nastavnici, pored znanja iz hemije, trebaju poznavati osnovne koncepte biologije, fizike, nauke o okolini. Ova interdisciplinarnost zahtijeva spremnost na timski rad u multidisciplinarnim grupama koje imaju zajednički cilj. U okviru ove tematske cjeline potrebno je učenike/ce upoznati sa pojmovima biotehnologije, biokatalizatora kao i sa trendovima razvoja biotehnologije. S učenicima/cama treba diskutirati o problemu procjene eventualnih opasnosti u odnosu na koristi, posebno u biološkim istraživanjima i medicini. Potrebno je predstaviti i objasniti opću shemu bioprocasa (odabir sirovina ili supstrata) kako bi učenici/ce razumjeli na koji način se odvija svaki bioprocas.

U okviru biotehnologije, važno je predstaviti učenicima/cama i temeljne principe genetičkog inženjerstva u bioprocasima, genetički modificirane organizame (GMO), genetički modificirane biljke (soja, kukuruz,

pšenica) i životinje. Za kvalitet nastave je također od ključnog značaja podsticati učenike/ce da kombiniraju informacije i argumentiraju donesene zaključke usmenim i pisanim putem uz korištenje stručne terminologije. Pomoću online alata učenici/ce mogu istraživati različite biotehnološke procese koje imaju vrlo rasprostranjenu primjenu (npr. procesi proizvodnje hemikalija biotehnološkim metodama).

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Moguće su korelacije sa predmetima *Biologija* (genetički modificirani organizmi, bioenergenti, biomasa), *Tjelesni i zdravstveni odgoj* (energetska vrijednost hrane i zdrave prehrambene navike), *Historija* (razvoj i uticaj biotehnologije u različitim etapama ljudskog razvoja), *Informatika* (analiza informacija dostupnih na internetu, izrada prezentacija, korištenje različitih aplikacija), *Etika* (etička razmatranja o prednostima i potencijalnim zloupotrebama genetičkog inženjerstva).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Znanje o biotehnologiji i njoj upotrebi kod većeg dijela javnosti su na niskom nivou, te su ljudi stoga podložni informacijama iz medija, koje nisu uvijek pouzdane ni provjerene. Zbog toga je kod obrade ovih tema važno raditi na razvoju kritičkog procjenjivanja različitih izvora informacija. Učenike/ce treba podučiti kako razlikovati naučno dokazane činjenice i špekulacije. Pri tome je jako važno da nastavnik/ca naglasi da se brojne primjene biotehnologije još uvijek istražuju; nastavnik/ca treba imati svoj stav o određenim kontroverznim temama unutar biotehnologije (GMO), ali taj stav ne treba nametati učenicima/cama, nego omogućiti debatu i ponašati se kao nepristran izvor informacija za istu. Mogućnost primjene stečenih znanja iz ove oblasti ima potencijal da kod učenika/ca razvije interes za prirodne nauke, znatiželju, spremnost za donošenje odluka o vlastitoj ishrani i razumijevanje posljedica nepravilne ishrane. Pored toga, učenici/ce mogu uvidjeti povezanost hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama te razviti svijest o potrebi cjeloživotnog učenja i o značaju hemije za ljudsku civilizaciju.

## B

### Struktura tvari i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.IV.1

Učenik/ca kritički razmatra uticaj tvari na čovjeka i životnu okolinu.

Učenik/ca istražuje hemijske promjene koje uzrokuju globalne ekološke probleme (globalno zagrijavanje, stanjivanje ozonskog omotača, ...)

Učenik/ca istražuje pojavu smoga i neke reakcije biogeochemijskih ciklusa ugljika, azota, fosfora i vode.

Učenik/ca objašnjava utjecaj organskih spojeva, umjetnih gnojiva, pesticida, teških metala i spojeva arsena na čovjeka i životnu okolinu.

Učenik/ca analizira uzorke vode, zraka i tla te obrađuje podatke dobivene analizom.

#### KLJUČNI SADRŽAJI

globalno zagrijavanje; ciklus ugljika, azota, fosfora i vode; izvori zagađenja; (prirodni, vještački); freoni; kisele kiše; organski polutanti (pesticidi, PCB, PAH, itd.), fosilna goriva; anorganski polutanti (teški metali: živa, arsen itd, ...).

#### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

##### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U radu sa učenicima/cama treba koristiti savremen pristup koji podrazumijeva učenje istraživanjem uz mentorstvo nastavnika. Osnovna ideja je da nastavnik bude moderator te da učenici razvijaju samostalnost u radu i da stječu samopouzdanje. Na primjer, učenici/ce mogu u grupama izraditi plakate za biogeochemijske cikluse, napraviti izložbu plakata, a učenici/ce će svoj plakat (projekat) predstaviti i svom razredu oralnom



prezentacijom. Učenici/ce bi trebalo i kritički da razmišljaju o upotrebi fosilnih goriva i kako doprinose zagađenju životne sredine. Preporuka je vježbati i vještine kritičkog razmišljanja sa učenicima/cama na način da nakon provedenog istraživanja učenici/ce daju svoje prijedloge o zaštiti životne okoline kroz odgovarajuće primjere. Može se organizovati i debata o klimatskim promjenama i dovesti ih u vezu sa pretjeranom eksploatacijom prirodnih resursa. Jedna grupa učenika/ca će biti afirmacijska te će predložiti argumente i dokaze zašto su mišljenja da su klimatske promjene uzrokovane pretjeranom eksploatacijom prirodnih resursa. U svojim izlaganjima trebaju koristiti hemijsku terminologiju i argumente iz područja hemije životne okoline. Druga grupa učenika/ca će biti negacija te će pokušati opovrgnuti argumente afirmacijske grupe.

Također, učenike/ce treba upoznati sa izvorima, reakcijama, djelovanjem i transportom raznih zagađivača u tlu, vodi i zraku (umjetna gnojiva, pesticidi, freoni, razne industrije, saobraćaj, ...). Učenici/ce mogu u parovima izraditi *powerpoint* prezentacije uz mentorstvo nastavnika/ce na gore navedene teme, te ključne sadržaje prezentovati drugim učenicima/cama u vremenu do 10 minuta. Nakon što svi učenici/ce završe svoje prezentacije diskutovati izvedbe učenika/ca metodom "dvije zvjezdice i jedna želja" (*two stars and a wish*). Na taj način se razvija kritičko mišljenje kod učenika/ca i oni samostalno dolaze do zaključaka na koji način bi trebali pristupiti izradi sličnih projekata u budućnosti.

Učenici/ce bi trebalo da prepoznaju i navedu osnovne izvore onečišćenja zraka, vode i tla i da prepoznaju osnovne procese koji dovode do globalnog zatopljenja. Treba ih osposobiti za pravilno uzorkovanje vode, zraka i tla te za analizu dobivenih parametara organizovanjem praktične nastave na nekoliko različitih lokacija u blizini škole. Preporučljivo je i primjenjivati različite softvere/mobilne aplikacije za izradu grafikona.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Preporučuje se učenicima/cama naglasiti poveznice s drugim nastavnim predmetima: *Matematikom* (različita izračunavanja i rješavanje stehiometrijskih zadataka) i *Informatikom* (obrada eksperimentalnih podataka upotrebom računara, primjena različitih programa za nastavu organske hemije, npr. ChemDraw, ChemSketch, Avogadro, virtualni hemijski laboratorij).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje eksperimenata se kroz razvijanje ekološke svijesti učenika/ca, a naglašava se i proces odgovornog djelovanja prema okolini. Neophodno je razvijanje informatičke pismenosti ali i informacijske pismenosti (razlikovanje relevantnih i pouzdanih izvora prilikom izrade plakata i prezentacija, pravilno navođenje literature i citiranje izvora). Učenici/ce trebaju biti kompetentni za samostalno uzorkovanje i primjenu osnovne laboratorijske aparature za analizu dobivenih uzoraka uz poštivanje svih mjera opreza u laboratoriju.

## A

### Tvari

#### A.IV.1

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca rješava zadatke koristeći se matematičkim izrazima.

Učenik/ca rješava različite stehiometrijske zadatke kombinujući matematičke izraze.

Učenik/ca primjenjuje stehiometrijske odnose količine tvari na osnovu jednačina hemijskih reakcija anorganskih i organskih tvari.

Učenik/ca rješava zadane redoks reakcije.

#### A.IV.2

Učenik/ca uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom,

Učenik/ca prikazuje modelima čestičnu građu tvari.

Učenik/ca grafički prikazuje i analizira podatke dobivene fizičko-hemijskim mjerenjima (kiselinsko-bazne titracije, kinetička mjerenja, kalorimetrijska mjerenja).

## KLJUČNI SADRŽAJI

stehiometrijska izračunavanja (mjerene jedinice SI sistema, gasni zakoni, zakoni hemijskog spajanja, atomski i maseni broj, relativna atomska ( $A_r$ ) i molekulska masa ( $M_r$ ), količina tvari ( $n$ ), molarna masa ( $M$ ), broj jedinki ( $N$ ), molarna zapremina ( $V_m$ ), Avogadrov broj ( $N_A$ ), kvantni brojevi, koncentracije rastvora: količinska, masena, procentna, udio: maseni, zapreminski i količinski udio, razblaživanje, molalitet, izračunavanja na osnovu hemijskih jednačina, limitirajući faktor, redoks reakcije, pH rastvora, jonska koncentracija, proizvod rastvorljivosti, pH pufera, brzina hemijske reakcije, Le Šateljev princip, konstanta hemijske ravnoteže, konstanta ravnoteže elektrolita, napon pare rastvora, krioskopija i ebulioskopija).

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U 4. razredu gimnazije prirodnog izbornog područja treba forsirati stehiometriju, kako bi učenici bili što spremniji za upis na fakultet. Posebnu pažnju treba posvetiti "preradi" testova sa prijemnih ispita.

Izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija često predstavljaju problem učenicima/cama. Pored toga, algoritamsko rješavanje zadataka ne podrazumijeva konceptualno razumijevanje istih. Važno je ispitati eventualne učeničke miskoncepcije, te ih imati na umu prilikom poučavanja.

Kod obrade nastavnih sadržaja vezanih za količinu tvari važno je da učenici/ce razumiju značenje pojma količina tvari, da povezuju količinu, masu i broj čestica, te kod gasova i molarni volumen. Kako bi učenici/ce razumjeli važnost jednačina hemijskih reakcija, potrebno je izvoditi eksperimente te koristiti submikroskopske prikaze.

Prilikom izrade zadataka važno je tražiti od učenika/ca ispravno pisanje svih matematičkih izraza i hemijskih jednačina anorganskih i organskih spojeva, korištenje SI sistema jedinica (pretvaranje mjernih jedinica) te naglasiti da u jednačinama obavezno treba naznačiti agregatno stanje reaktanata i produkata reakcije;

Učenike/ce podsticati da redovno nose opremu i pribor za čas, kod izrade stehiometrijskih zadataka moraju imati digitron, te skretati pažnju učenicima/cama na pravilno korištenje istog, posebno kad su upitanju složenije matematičke operacije (logaritam, eksponent...).

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Kod obrade ovih nastavnih sadržaja može se napraviti poveznica sa nastavom *bosanskog jezika i književnosti*, *hrvatskog jezika i književnosti*, *srpskog jezika i književnosti* (usvajanje i utvrđivanje termina vezanih za Hemiju, organizacija diskusija), *informatike* (primjena različitih aplikacija i softvera), *nastavom stranih jezika* (traganje zainteresiranih učenika/ca za materijalima na drugim jezicima). Pored toga, međupredmetna povezanosti primjetna je i sa drugim prirodnim naukama (*fizika*, *biologija*), koje, također, izučavaju neke od ovih sadržaja i u svojim nastavnim programima, *fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI), te sa nastavom *matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, zaokruživanje).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o interdisciplinarnosti, odnosno povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes da njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

## Sve oblasti

### .IV.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše složenije istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

## KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u četvrtom razredu.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

\* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obvezno ostvaruje u 3. ili 4. razredu

\*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika/ca i odgojno-obrazovnim ishodima za 4. razred

\*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimentalnim radom.

\*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom

\*\*\*\*\* Prezentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

## Srednje obrazovanje – Hemija srednje škole trogodišnji program

### ► Srednje ► I.

### Godine učenja i podučavanja predmeta: 3

## A

### Tvari

#### A.1.1

Učenik/ca primjenjuje odgovarajuće mjere opreza i pravilno koristi zaštitnu opremu.

Učenik/ca opisuje potencijalne opasnosti u hemijskoj laboratoriji i odgovarajući postupak rješavanja svake od njih.

Učenik/ca primjenjuje pravila ponašanja u hemijskom laboratoriju.

Učenik/ca izvodi laboratorijske eksperimente primjenjujući mjere opreza i zaštite.

### A.1.2

Učenik/ca demonstrira vještine mjerenja i organizovanog bilježenja dobivenih podataka.

Učenik/ca demonstrira vještine planiranja i provođenja eksperimentalnog istraživanja koristeći laboratorijsku opremu i pribor.

Učenik/ca koristi odgovarajuće instrumente, laboratorijsko posuđe i pribor u prikupljanju podataka.

Učenik/ca koristi jedinice Međunarodnog sistema mjernih jedinica i prihvaćene izvedene jedinice u hemiji.

Učenik/ca primjenjuje pravila određivanja značajnih cifri u dobivenom rezultatu.

### A.1.3

Učenik/ca analizira osobine, sastav i vrste tvari.

Učenik/ca razlikuje čiste tvari i smjese tvari na osnovu sastava.

Učenik/ca predlaže i provodi postupak razdvajanja tvari iz smjese na osnovu poznavanja hemijskog sastava smjese i osobina sastojaka.

Učenik/ca analizira vrste i osobine disperznih sistema.

Učenik/ca povezuje osobine disperznih sistema s njihovom primjenom u svakodnevnom životu.

Učenik/ca upoređuje tvari po sastavu, vrsti i osobinama.

Učenik/ca povezuje fizičke i hemijske osobine tvari iz svakodnevnog života sa tipom hemijske veze i međumolekulskim interakcijama.

## KLJUČNI SADRŽAJI

rad u hemijskoj laboratoriji (pravila sigurnosti i zaštite u hemijskoj laboratoriji, laboratorijski pribor i oprema); hemikalije (označavanje, otpadne hemikalije, znaci upozorenja); postupci uklanjanja odabranih hemikalija.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Različiti su razlozi izbjegavanja praktičnog laboratorijskog rada u nastavi hemije u osnovnim i srednjim školama; jedan od njih je (sasvim opravdan) briga za sigurnost učenika/ca. U vezi s tim, učenike/ce je potrebno upoznati s potencijalnim rizicima i opasnostima koje nosi hemijski eksperiment, te insistirati na primjeni mjera opreza prilikom izvođenja eksperimenata. To podrazumijeva da je nastavnik/ca istražio potencijalne opasnosti. Za učenike/ce je važno da nauče šta podrazumijevaju oznake LD 50, MDK, te da odgovarajuće informacije o pojedinim hemikalijama korištenim u eksperimentu mogu naći u sigurnosnim listovima (MSDS, SDS), dok nastavnicima mogu koristiti upute za rad u laboratoriji izdate od strane Američkog hemijskog društva (ACS: <https://www.acs.org/content/acs/en/chemical-safety/teach-and-learn/high-school.html>).

Izvođenje eksperimenta ne smije biti svrha sama sebi; jedan od ciljeva praktičnog rada jeste razvijanje vještina rukovanja laboratorijskim posuđem, hemikalijama, instrumentima. Razumljivo je da se praktičan rad ne može primijeniti u svim situacijama; nastavnik/ca je taj koji je kompetentan procijeniti kada i u kojem obliku praktični laboratorijski rad treba primijeniti u nastavi hemije. Treba razmotriti korištenje online alata u situacijama gdje je praktičan rad teško izvodljiv (npr. virtualna laboratorija koja se pokazala korisnom posebno kod eksperimenata sa skupim i po zdravlje potencijalno opasnim tvarima).

Učenici/ce se ovdje uče i kako izraditi laboratorijski izvještaj o provedenom eksperimentu, kako predstaviti rezultate, te na osnovu kojih parametara se može neki rezultat odbaciti kao nepouzdan. Na taj način uče

kako provoditi istraživačke projekte, koji se mogu realizirati u saradnji sa nastavnicima biologije, fizike i drugih nastavnih predmeta.

Učenik treba dobro poznavati one organske spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju. Kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost očita je sa nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, poštivanje mjera opreza), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Sigurnost i poštivanje mjera opreza o kojima se vodi računa u razredu kod učenika/ca razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite i u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji, kako u cilju vlastite zaštite, tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata (ne uzimati u obzir samo one koji idu u prilog, odnosno procijeniti na osnovu kojih kriterija se neki rezultat može odbaciti kao nepouzdan), svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također, razvija se sposobnost kritičkog i kreativnog razmišljanja kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno nezadovoljavajuće rezultate.

### A.1.4

Učenik/ca primjenjuje hemijsku nomenklaturu i simboliku.

Učenik/ca objašnjava značenje količine tvari i njene mjerene jedinice - mola.

Učenik/ca analizira i piše hemijske formule binarnih i poliatomskih spojeva.

Učenik/ca imenuje spojeve koristeći IUPAC sistem nomenklature.

Učenik/ca analizira hemijske simbole i hemijske formule.

Učenik/ca određuje empirijsku i molekulsku formulu spoja na osnovu podataka o masenim udjelima elemenata i relativne molekulske mase spoja.

### A.1.5

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav rastvora (maseni udio, masena i količinska koncentracija).

Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav smjese tvari iz zadatih podataka.

Učenik/ca primjenjuje hemijski račun za pripremu rastvora određenog sastava razblaživanjem ili rastvaranjem čvrste tvari.

### A.1.6

Učenik/ca analizira osobine oksida, kiselina, baza i soli primjenom laboratorijskih vještina kao i hemijske simbolike i terminologije.

Učenik/ca definira kiseline i baze po Arrheniusu, Brønsted-Lowryju i Lewisu.

Učenik/ca objašnjava djelovanje pufera na primjerima.

Učenik/ca upoređuje kiseline, baze i pufere po njihovom sastavu i osobinama.

Učenik/ca razvrstava tvari na kisele ili bazne primjenom indikatora uz osvrt na one iz svakodnevnog života.

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida i soli te njihov uticaj na okolinu.

Učenik/ca prikazuje jednačinama hemijskih reakcija karakteristične reakcije kiselina, baza i soli.

## KLJUČNI SADRŽAJI

hemija i prirodne nauke; eksperimentalni svijet hemije; tvari; hemijski elementi; hemijski simboli elemenata; spojevi; hemijske formule; nazivi binarnih i poliatomnih hemijskih spojeva; smjese; izračunavanje sastava smjese; fizičke i hemijske osobine tvari; disperzni sistemi; pravi rastvori; razblaživanje rastvora; tačka ključanja i tačka mržnjenja rastvora; difuzija; osmoza i osmotski pritisak; elektroliti i neelektroliti; oksidi; kiseline; baze; indikatori; disocijacija kiselina, baza i soli; određivanje formule spoja; empirijska i molekulska formula; maseni/procentni udio; količina tvari; mol; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Eksperimenti su ključni u realizaciji većine ishoda ove tematske cjeline, jer se tako naglašava važnost laboratorijskog rada i izbjegava učenje činjenica napamet. Eksperimenti se ne moraju nužno ograničiti na učionicu: učenici/ce kod kuće mogu izvesti neke eksperimente i o njima izvijestiti na sljedećem nastavnom satu (prikazati video ili fotografije). Takvi eksperimenti su mnogobrojni; neki od njih su: zagrijavanje smjese leda i vode i bilježenje temperature u određenim vremenskim intervalima, reakcija između natrij hidrogenkarbonata i rastvora acetatne kiseline, ispitivanje kiselinsko-baznih osobina tvari koje se nalaze u domaćinstvu pomoću prirodnih indikatora, određivanje gustoće zlatnog nakita i procjena je li nakit zaista zlatni, i brojni drugi.

Kada god je to moguće, nastavnik/ca treba povezati sadržaje s primjenom u svakodnevnom životu ili u budućem profesionalnom razvoju učenika/ca; na taj način učenici/ce će uvidjeti da je primjena hemije zaista široka i nezaobilazna.

Gdje god je to moguće, nastavnik/ca bi trebao povezivati sva tri nivoa predstavljanja hemijskih pojmova (makroskopski, submikroskopski i simbolni), kako bi učenici/ce uvidjeli povezanost između njih i na taj način im se olakšalo konceptualno razumijevanje hemijskih pojmova. Koristan alat mogu biti aplikacije i softveri s interneta (npr. VisChem, Connected Chemistry).

Eksperimenti vezani za ovu tematsku cjelinu su se također planirali i u osnovnoj školi. U srednjoj školi bi svakako trebalo planirati izvođenje onih eksperimenata koje učenici/ce nisu imali priliku vidjeti/izvesti u osnovnoj školi (razdvajanje tvari iz smjese filtriranjem, sublimacijom, destilacijom, ispitivanje kiselosti i bazičnosti vodenih rastvora različitih tvari kiselinsko-baznim indikatorima, priprema rastvora zadane masene ili količinske koncentracije ili masenog udjela, te brojni drugi, o čemu svakako odlučuje nastavnik/ca imajući u vidu opremljenost kabineta hemije u školi ali i psihofizički uzrast učenika/ce.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Hemija se kroz ove nastavne sadržaje povezuje sa predmetima *Fizika* (fizičke promjene, mjerenja, SI jedinice, optičke osobine koloida), *Matematika* (različita izračunavanja vezana za eksperimente), *Biologija* (proučava životne pojave i procese), *Informatika* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o interdisciplinarnosti, odnosno povezanosti hemije s

drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes za njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

## B

### Struktura tvari i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.I.1

Učenik/ca analizira građu tvari.

Učenik/ca opisuje saznanja o građi atoma.

Učenik/ca razlikuje atomski i maseni broj, izotop, izoelektronska čestica.

Učenik/ca razlikuje amorfne tvari, kristale, polimorfe i alotrope.

#### B.I.2

Učenik/ca analizira tipove hemijskih veza.

Učenik/ca razlikuje hemijske veze i međumolekulske interakcije.

Učenik/ca predviđa fizičke i hemijske osobine spojeva na osnovu građe molekule.

Učenik/ca upoređuje fizičke osobine ionskih i molekulskih spojeva (npr. NaCl i HCl).

Učenik/ca predviđa kako se mijenjaju radijus, energija ionizacije i elektronski afinitet atoma elemenata kroz grupe i periode Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca predviđa prirodu veze (nepolarna kovalentna, polarna kovalentna, ionska) na osnovu koeficijenta elektronegativnosti atoma.

Učenik/ca povezuje kristalnu strukturu metala i metalnu vezu sa osobinama metala.

#### B.I.3

Učenik/ca primjenjuje hemijsku simboliku pri objašnjavanju građe tvari.

Učenik/ca koristi hemijsku simboliku prilikom prikazivanja nastanka hemijskih veza.

Učenik/ca upotrebljava Paulijev princip isključenja, Hundovo pravilo i Aufbau princip pri pisanju elektronske konfiguracije električki neutralnih i naelektrisanih atomskih vrsta s obzirom na položaj u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca izrađuje modele molekulskih spojeva koji sadrže jednostruke i višestruke veze (npr. CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) i modele ionskih spojeva (npr. NaCl).

#### B.I.4

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca izračunava broj subatomske čestice u zadanim atomima i ionima na osnovu ponuđenih podataka.

Učenik/ca izračunava prosječnu atomsku masu iz podataka o zastupljenosti izotopa.

Učenik/ca određuje valentne i oksidacione brojeve elemenata u hemijskim formulama.

Učenik/ca izračunava masu atoma ili molekula, relativnu atomsku masu ili relativnu molekulsku masu na osnovu zadanih podataka.



## KLJUČNI SADRŽAJI

priroda tvari; Rutherfordov model atoma; Moseleyev zakon; proton, neutron; atomski broj, izotopi, masa atoma; mase najsitnijih čestica; unificirana atomska jedinica mase ( $u$ ); relativna atomska masa ( $A_r$ ); relativna molekulska masa ( $M_r$ ); elektronski omotač atoma (linijski spektar, spektar atoma vodika, podljuske, orbitale i spin elektrona, elektronska konfiguracija); periodni sistem elemenata; ionska veza; kovalentna veza; vodikova veza; metalna veza; osobine ionskih i kovalentnih spojeva; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

S obzirom da su se sadržaji o građi tvari već poučavali u osnovnoj školi, potrebno je procijeniti učeničko razumijevanje ovih pojmova, te imati to na umu prilikom obrade ovih nastavnih sadržaja.

Cilj izučavanja gradiva o podljuskama, emisijskim i apsorpcijskim spektrima, orbitalama i spinu jeste priprema za tumačenje prirode ionske, kovalentne i metalne veze. Nije potrebno zahtijevati pisanje elektronskih konfiguracija atoma prijelaznih elemenata jer to znanje učenici/ce neće imati prilike primijeniti; važno je da shvate da postoji zakonitost popunjavanja energetskih nivoa u atomu u osnovnom stanju. Za razumijevanje prirode hemijskih veza dovoljno je poznavati broj valentnih elektrona. Učenicima/cama se može spomenuti vjerovatnoća nalaženja elektrona u prostoru atoma, ali samo s ciljem mijenjanja predodžbe o putanjama u atomu predodžbom o vjerovatnoći nalaženja elektrona.

Važno je da učenici/ce razumiju značenje pojma relativna atomska masa, da znaju odnose veličine atoma i njihovih iona, te da uvide logiku prilikom svrstavanja elemenata u Periodni sistem elemenata (PSE).

Kod poučavanja hemijskih veza, važno je da učenici/ce razumiju da su ionskom vezom povezani ioni, da tom vezom nastaju ionski spojevi koji na makroskopskom nivou čine ionske kristale, te da formulska jedinica određenog ionskog spoja nije molekula. Također je važno da razumiju važnost koordinacijskog broja određenog iona. Kod kovalentne veze učenici/ce trebaju shvatiti pravilo okteta, ali nastavnici trebaju imati na umu da ovo pravilo vrijedi samo za elemente prve kratke periode. Nakon što učenici/ce shvate da jedna crtica označava jedan elektronski par, treba preći na prikaz strukturnih formula samo s pomoću valentnih crtica. Objasnjenje kovalentne veze korištenjem različitih simbola za elektrone različitih atoma treba ograničiti samo na početak obrade ovih sadržaja, jer kasnije kviri predodžbu kovalentne veze kod učenika/ca. Osim strukturnih formula koristan alat su i kalotni modeli, jer ilustriraju omjer radijusa atoma, valentne uglove, te pokazuju kako elektronski oblaci atoma prodiru jedan u drugi što doprinosi boljem razumijevanju pojma zajedničkog elektronskog para, jer sugerira da svi elektroni na neki način pripadaju molekuli, a ne izoliranim atomima.

Učenike/ce treba poučiti kako na osnovu podataka o elektronegativnosti mogu procijeniti kada nastaje polarna kovalentna veza, a kada je ta veza ionska. Važno je razjasniti pojmove ionski radijus (radijus iona), kovalentni radijus (polovina razmaka između središta istovrsnih atoma u molekuli), te dužina veze (razmak između dva istovrsna atoma u molekuli). Kod obrade međumolekulskih interakcija, učenicima/cama se trebaju naglasiti vrste privlačnih sila među molekulama, te da je udio disperzijskih sila najveći; kod obrade vodikovih veza treba obratiti pažnju na ulogu vodikovih veza u prirodi i u životnim procesima. Jako je važno da učenici/ce uoče razliku u jačini međumolekulskih veza u odnosu na ionsku i kovalentnu.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U ovoj tematskoj cjelini moguća je povezanost sadržaja sa predmetima *Fizika* (građa atoma, Paulijev princip, spektri), *Historija* (historijski razvoj spoznaje o atomu, molekuli, povijesne činjenice o otkriću i porijeklu imena hemijskih elemenata, otkriće PSE), *Matematika* (različita stehiometrijska izračunavanja), *Likovna kultura* (izrada modela, izrada prezentacija projekata, postera), *Bosanski jezik i književnost*, *Hrvatski jezik i književnost*, *Srpski jezik i književnost* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju), *Informatikom* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata

tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Učenici/ce zainteresirani za prirodne nauke ove sadržaje mogu dodatno istražiti i prezentirati razredu. Na taj se način razvija sposobnost izlaganja mišljenja i stavova, razvija se samopouzdanje u vlastite sposobnosti, te učenici/ce uče kako učiti. Razvija se i sposobnost samoprocjene uloženog truda, zalaganja i stečenog znanja te se na osnovu toga može planirati buduće učenje. Ako se učenički rad organizira u grupi, razvija se i sposobnost komunikacije s drugima, saradnje, te spremnosti da zatraži ili pruži pomoć kolegi u timu. Pored toga, kao i kod drugih nastavnih sadržaja, razvija se svijest učenika/ca o povezanosti nauka i naučnih disciplina, o potrebi primjene znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesionalnim opredjeljenjima, kao i potreba za cjeloživotnim učenjem uslijed konstantnog napretka nauke.

Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

## C Struktura tvari i energija

### C.1.1

Učenik/ca analizira fizičke i hemijske promjene tvari.

Učenik/ca navodi primjere egzotermnih i endotermnih reakcija.

Učenik/ca analizira hemijske reakcije (npr., reakcije neutralizacije, reakcije taloženja...).

Učenik/ca rješava jednostavne redoks reakcije.

Učenik/ca procjenjuje praktičnu primjenu hemijskih reakcija u određenoj struci (npr., farmacija, poljoprivreda, šumarstvo, veterina, medicina) i njihov uticaj na zdravlje i okolinu.

Učenik/ca objašnjava promjenu energije pri fizičko-hemijskim promjenama tvari.

Učenik/ca objašnjava karakteristike čvrstih, tečnih i gasovitih tvari te promjene agregatnih stanja na makroskopskom i čestičnom nivou.

## A Tvari

### A.1.1

Učenik/ca koristi odgovarajuću terminologiju i simboliku koja se odnosi na stehiometriju i hemijske reakcije.

Učenik/ca predviđa produkte hemijskih reakcija (npr. reakcija neutralizacije).

Učenik/ca izjednačava i analizira hemijske jednačine reakcija sinteze i analize.

Učenik/ca objašnjava stehiometrijske zakone na konkretnim primjerima.

Učenik/ca upoređuje različite parametre (masa, volumen, količina tvari, pritisak, temperatura) i izvodi zaključke na osnovu podataka dobivenih eksperimentalnim putem uz pomoć crteža, tabela ili grafikona.

## A.1.2

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenata sa stehiometrijskim zakonima.

Učenik/ca izračunava količine reaktanata i produkata na osnovu stehiometrijske jednačine hemijske reakcije.

Učenik/ca kombinuje matematičke izraze pri rješavanju stehiometrijskih zadataka.

Učenik/ca primjenjuje jednačinu stanja idealnih gasova u računskim zadacima.

## KLJUČNI SADRŽAJI

fizičke i hemijske promjene tvari; četiri osnovna stehiometrijska zakona; Daltonova atomska teorija; Avogadrov zakon; broj jedinki (N); količina tvari (n); molarna masa (M); molarni volumen gasova (Vm); Avogadrova konstanta (NA); jednačina stanja idealnih gasova; izračunavanje na osnovu jednačine hemijske reakcije; limitirajući reaktant; iskorištenje i prinos hemijske reakcije; jednačine hemijskih reakcija; reakcije taloženja; reakcije rastvaranja taloga; reakcije razlaganja; redoks reakcije; oksidacijski broj; vrste redoks reakcija; egzotermne i endotermne reakcije; entalpija; kalorimetrija; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kod obrade nastavnih sadržaja vezanih za količinu tvari važno je da učenici/ce razumiju značenje pojma količina tvari, da povezuju količinu, masu i broj čestica, te kod gasova i molarni volumen. Kako bi učenici/ce razumjeli važnost jednačina hemijskih reakcija, potrebno je izvoditi eksperimente te koristiti submikroskopske prikaze.

Prilikom izrade zadataka važno je tražiti od učenika/ca ispravno pisanje svih matematičkih izraza i hemijskih jednačina, te naglasiti da u jednačinama obavezno treba naznačiti agregatno stanje reaktanata i produkata reakcije; kasnije će ta navika biti korisna za lakše razumijevanje ravnoteže hemijskih reakcija.

Razumijevanje pojma *mol* ključno je za nastavu hemije općenito, a posebno za računanje. Pojam je apstraktan, pa se njegovo razumijevanje može olakšati korištenjem analogija iz svakodnevnog života. Učenicima/cama treba na više načina ilustrirati koliko je velik Avogadrov broj. Kod poučavanja ovih pojmova treba svakako navoditi učenike/ce na izvođenje eksperimenata, za što je potrebna vaga određene tačnosti. Učenička mjerenja mogu se uspoređivati s literaturnim vrijednostima, te procijeniti pogreške što omogućuje kritičko procjenjivanje vlastitih rezultata.

Kao reaktant i/ili kao produkt mnogih hemijskih reakcija javljaju se gasovi. Eksperimenti koji uključuju međusobne reakcije gasova ili oslobađanje gasova bi svakako trebalo izvesti. Postoje mnogi takvi eksperimenti, koji nisu zahtjevni, prikladni su za rad u grupama i zahtijevaju samo osnovni laboratorijski pribor i tehničku vagu.

Izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija često predstavljaju problem učenicima/cama. Pored toga, algoritamsko rješavanje zadataka ne podrazumijeva konceptualno razumijevanje istih. Važno je ispitati eventualne učeničke miskonceptije, te ih imati na umu prilikom poučavanja.

Korisno je izvođenje eksperimenata usporedbe jačine različitih kiselina. Učenički projekti koji uključuju neutralizaciju kiselina i baza učenicima/cama su puno zanimljiviji od titracije.

Mnogi nastavnici uvode pojam oksidacije i redukcije kod reakcija različitih elemenata s kisikom, na što se nadovezuju reakcije metala s vodom i kiselinama. Ono što može voditi ka miskonceptijama jesu definicije reakcija oksidacije kao (i) reakcija s kisikom, (ii) gubitak elektrona, (iii) porast oksidacijskog broja, a u skladu s tim i reakcija redukcije. Određivanje oksidacijskog broja uglavnom se obrađuje kroz primjenu seta pravila

što ne rezultira razumijevanjem; preporučuje se davanje primjera različitih spojeva učenicima/cama na osnovu kojih oni mogu sami uvidjeti pravila.

U poučavanju energetskih promjena hemijskih reakcija, važno je da učenici/ce prilikom izvođenja eksperimenta uoče egzotermne i endotermne reakcije, kako bi kvalitativno povezali oslobađanje ili potrošnju toplote s jačinom veze između atoma u česticama produkata i reaktanata. Iz energetskih dijagrama mogu otkriti je li određena reakcija egzo- ili endotermna.

U ovoj tematskoj cjelini naglasak je na demonstriranju stehiometrijskih zakona, tako da nastavnik/ca može izabrati ranije navedene eksperimente, ali i druge koje smatra prikladnim za tematsku cjelinu, a s ciljem olakšavanja razumijevanja stehiometrijskih zakona (Zakon o održanju mase, Zakon stalnih omjera masa...).

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Kod obrade ovih nastavnih sadržaja može se napraviti poveznica sa nastavom *Historije* (izlaganja o važnim historijskim temama o razvoju hemije kao nauke), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje i utvrđivanje termina vezanih za Hemiju, organizacija diskusija), *Likovne kulture* (izrada postera ili prezentacija), *Informatike* (izrada postera ili prezentacija upotrebom računara, primjena različitih aplikacija i softvera), *nastavom stranih jezika* (traganje zainteresiranih učenika/ca za materijalima na drugim jezicima). Pored toga, međupredmetna povezanosti primjetna je i sa drugim prirodnim naukama (*Fizika*, *Biologija*), koje također izučavaju neke od ovih sadržaja i u svojim nastavnim programima, te sa nastavom *Matematike* (različiti proračuni).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Istraživanjem o različitim temama (npr. o razvoju hemije kao nauke, o različitim teorijama, pronalasku hemijskih elemenata) učenici/ce se uče kako istraživati i kako učiti. Izlaganjem vlastitih radova učenici/ce se uče kako preuzeti odgovornost za rezultate svojih istraživanja (eksperimentalnih ili literaturnih), razvijaju vlastite stavove o određenoj problematici, samopouzdanje pri izlaganju. Pored toga, kao i kod drugih nastavnih sadržaja, razvija se svijest učenika/ca o povezanosti nauka i naučnih disciplina, o potrebi primjene znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesionalnim opredjeljenjima, kao i potreba za cjeloživotnim učenjem uslijed konstantnog napretka nauke. Izvođenjem eksperimenata i obradom dobivenih podataka te njihovom usporedbom s literaturnim vrijednostima razvija se kritičko procjenjivanje vlastitih rezultata, uočavanje greški i razvijanje stavova o potrebi što preciznijeg mjerenja.

### Sve oblasti

#### .1.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

### KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u prvom razredu.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

\* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obvezno ostvaruje u 1. ili 2. razredu

\*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika/ca i odgojno-obrazovnim ishodima za 1. razred

\*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimetalnim radom.

\*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom

\*\*\*\*\* Presentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

### ► Srednje ► II.

#### Godine učenja i podučavanja predmeta: 4

## C

### Struktura tvari i energija

#### C.II.1

Učenik/ca analizira kinetiku hemijskih reakcija i procjenjuje njenu važnost u hemijskoj industriji i živim sistemima.

Učenik/ca povezuje brzinu trošenja reaktanta ili brzinu nastajanja produkta s brzinom reakcije.

Učenik/ca procjenjuje uticaj različitih faktora na brzinu hemijske reakcije.

Učenik/ca procjenjuje važnost katalizatora/enzima i inhibitora u hemijskoj industriji i biološkim sistemima.

#### C.II.2

Učenik/ca analizira ravnotežu hemijskih reakcija i procjenjuje njenu važnost u hemijskoj industriji i živim sistemima.

Učenik/ca procjenjuje uticaj različitih faktora na hemijsku ravnotežu.

Učenik/ca predviđa uticaj dodavanja ili uklanjanja nekog od sudionika reakcije na smjer hemijske reakcije i ravnotežno stanje.

Učenik/ca predviđa uticaj pritiska i temperature na hemijsku ravnotežu i rastvorljivost gasova u vodi.

Učenik/ca istražuje neke ravnotežne hemijske reakcije u organizmu.

#### C.II.3

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca grafički prikazuje ovisnost koncentracije učesnika reakcije o vremenu na osnovu odgovarajuće jednačine hemijske reakcije.

Učenik/ca izračunava prosječne brzine promjene reaktanata i produkata kao i prosječne brzine reakcija.

Učenik/ca izračunava vrijednost konstante ravnoteže na osnovu sastava ravnotežne reakcijske smjese i obrnuto.

### KLJUČNI SADRŽAJI

brzina hemijske reakcije i energija aktivacije; faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije; energija aktivacije; katalizatori i inhibitori; hemijska ravnoteža (ravnoteže u homogenim i heterogenim sistemima); hemijska

ravnoteža u vodenim rastvorima elektrolita; ionski proizvod vode i pH vrijednost; konstanta disocijacije kiselina i baza; hidroliza soli; produkt rastvorljivosti;

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kinetika hemijskih reakcija izuzetno je važna oblast hemije koja bi se trebala izučavati, u skladu sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca, na svim nivoima obrazovanja. Eksperimenti, posebno laboratorijski, su bitan alat kod usvajanja znanja o različitim faktorima koji utiču na hemijsku reakciju. Stalno istraživanje najpovoljnijih uvjeta u kojima se odvija neka hemijska reakcija u hemijskoj industriji, i u kojima daje najviše prinosa željenog produkta oslikava važnost primjene ovog znanja. Pored toga, na razumijevanju kinetike hemijskih reakcija zasniva se i istraživanje različitih metaboličkih procesa, istraživanje primjene različitih lijekova, napredovanja bolesti itd.

Ravnoteža hemijskih reakcija je izuzetno važan, a istovremeno i zahtjevan pojam za poučavanje. Zbog njegove važnosti i činjenice da se kod većine hemijskih reakcija uspostavlja ravnoteža, njegovom poučavanju je potrebno posvetiti dovoljno vremena kako bi ga učenici/ce razumjeli. Istraživanja su pokazala da se učeničke teškoće razumijevanja hemijske ravnoteže odnose na njenu percepciju kao statične pojave, ili kao stanja u kojem su količine produkata i reaktanata izjednačene. Izuzetno je važno da učenici/ce razumiju da se u stanju ravnoteže hemijske reakcije i dalje odvijaju. Pojmove vezane za uspostavljanje ravnoteže (faktore koji na nju utječu, pojam reverzibilnih reakcija, konstanti ravnoteže) učenici/ce će tada lakše usvojiti.

Ovdje se mogu uvesti i teme iz historije hemije – prikaz istraživanja i značajnih naučnika koji su doprinijeli razumijevanju ravnotežnih procesa. Mnogobrojni resursi za nastavnike/ce i učenike/ce dostupni su na internetu (videa na YouTube, materijali na stranicama Američkog hemijskog društva (<https://www.chemedx.org/>), Kraljevskog hemijskog društva (<https://edu.rsc.org/resources/>), ali i na našim jezicima (npr. <https://edutorij.e-skole.hr/>).

Učenici/ce mogu izvesti eksperiment raspada natrij tiosulfata, te izračunati konstantu brzine reakcije i red reakcije. Reakcija između kalij permanganata u prahu i u kristalima sa glicerolom također može ilustrirati utjecaj površine čestica na brzinu hemijske reakcije. Reakcija aluminijske folije sa rastvorima hloridne kiseline različitih koncentracija je jedan od mnogih eksperimenata kojima se demonstrira utjecaj koncentracije na brzinu hemijske reakcije. Ako škola baš nema uvjeta za izvođenje eksperimenata vezanih za brzinu hemijske reakcije, kinetika hemijske reakcije može se i simulirati ili prikazati video.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije kod poučavanja ovih pojmova ostvaruju se sa nastavom *matematike* (izrada stehiometrijskih zadataka vezanih za kinetiku i hemijsku ravnotežu), *Fizike* (primjena mjernih jedinica SI, pojam kinetike u mehanici), *Informatike* (izrada grafičkih prikaza pomoću računara, očitavanje podataka iz grafika), *Biologije* (kinetika hemijskih reakcija u živom organizmu, enzimi), *Historije* (značajni naučnici, njihov život i djelo), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje u okviru ove tematske cjeline razvija se kroz naglašavanje potrebe pridržavanja mjera opreza i sigurnosti prilikom izvođenja laboratorijskog rada, pri čemu nastavnik/ca svojim primjerom treba ilustrirati važnost pridržavanja ovih mjera. Kroz laboratorijski rad učenici/ce razvijaju osjećaj važnosti potkrepljivanja teorije rezultatima eksperimenata, razvijaju kritičko i kreativno mišljenje kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno neočekivane rezultate. Razvija se svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Kroz naglašavanje međupredmetne povezanosti i saradnju između nastavnika/ca u izradi učeničkih

projekata, učenici/ce razvijaju svijest o povezanosti kako nastavnih predmeta, tako i potrebi primjene znanja iz različitih predmeta u cilju rješavanja zadataka i problema kako u nastavi tako i u svakodnevnom životu.

#### C.II.4

Učenik/ca analizira proces elektrolize na primjerima.

- Učenik/ca definiše elektrolizu, elektrolit i procese oksidacije i redukcije.
- Učenik/ca analizira elektrolizni članak.
- Učenik/ca opisuje procese koji se odvijaju na katodi i anodi.
- Učenik/ca opisuje proces elektrolize taline i vodenog rastvora zadane soli.
- Učenik/ca predviđa produkte elektrolize *talina* ispisujući polureakcije.
- Učenik/ca navodi tehničku primjenu elektrolize.

#### C.II.5

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

- Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.
- Učenik/ca izračunava količine izdvojenih tvari na elektrodama pri elektrolizi.
- Učenik/ca ispisuje reaktante i produkte koristeći elektrohemijski (Voltin) niz elemenata.

### KLJUČNI SADRŽAJI

elektroliti i neelektroliti; elektroliza, redoks procesi na elektrodama; Faradejevi zakoni elektrolize; korozija i zaštita od korozije; elektrodni potencijal i elektrohemijski niz elemenata.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Elektrohemijski koncepti mogu predstavljati određenu teškoću za razumijevanje ako učenici/ce nemaju dovoljno relevantnog predznanja za ovu oblast. Prije uvođenja novih pojmova, nastavnicima se savjetuje provjeravanje usvojenog znanja, te razjašnjavanje eventualno nejasnih pojmova i miskoncepcija. Ovakav pristup može se činiti kao „gubitak vremena“ inače potrebnog za obradu novih pojmova, ali će učenicima/cama olakšati usvajanje gradiva, što će se pokazati korisnim kasnije. Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti su izuzetno korisni kako bi se učenici/ce lakše mogli prisjetiti ovih koncepata.

Na osnovu laboratorijskih eksperimenata reakcija različitih metala s vodenom otopinom hloridne kiseline iste koncentracije učenici/ce sami mogu poredati metale prema njihovoj reaktivnosti (intenzitetu izdvajanja mjehurića), što je korisno za razumijevanje elektrohemijskog niza metala. Učenici/ce trebaju razumjeti princip rada pretvaranja hemijske energije u električnu i trebaju znati opisati elektrolizni članak. Također, potrebno je da se vježbanjem usvoje pravila pisanja polureakcija na elektrodama. Često korišteni eksperiment elektrolize vodene otopine natrij hlorida je potencijalno opasan jer se na anodi izdvaja hlor (treba voditi računa o koncentraciji vodene otopine i provjetrenosti učionice); umjesto tog eksperimenta može se uraditi elektroliza vodene otopine bakarnog sulfata, pri čemu se bakar uočava na katodi. Elektroliza vode najčešće se izvodi u Hofmannovom aparatu s platinskim elektrodama, a mogu se koristiti i grafitne elektrode. Također, pojednostavljeni postupak elektrolize vode može se izvesti i dvjema grafitnim olovkama.

Korozija je ogroman tehnološki problem, a korozijski procesi baziraju se, uglavnom, na elektrohemiji. Znanje o koroziji je izuzetno korisno i primjenljivo, a sadržaji su pogodni za izradu učeničkih projekata.

Ovdje se mogu uvesti i teme iz historije hemije – npr. život i djelo Michaela Faradaya. Mnogobrojni resursi za nastavnike/ce i učenike/ce dostupni su na internetu (videi na YouTube, materijali na stranicama



Američkog hemijskog društva (<https://www.chemedx.org/>), Kraljevskog hemijskog društva (<https://edu.rsc.org/resources/>), ali i na našim jezicima (npr. <https://edutorij.e-skole.hr/>).

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije mogu se ostvariti sa nastavom *Fizike*, koja, također, proučava elektrohemijske procese i njihovu primjenu, potom sa nastavom *Matematike* (izračunavanje elektromotorne sile, pisanje jednadžbi hemijskih reakcija), *Informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *Historije* (historijski razvoj elektrohemije, značajni naučnici, njihov život i djelo), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti zahtijevaju da se posebna pažnja obrati na sigurnost i poštovanje mjera opreza, kako kod nastavnika/ca, tako i kod učenika/ca. Time se razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite (*safety skills*) i u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji, kako u cilju vlastite zaštite, tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata, svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također se razvija sposobnost kritičkog i kreativnog razmišljanja kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno neočekivane rezultate. Kroz naglašavanje međupredmetne povezanosti i saradnje između nastavnika/ca u izradi učeničkih projekata, učenici/ce razvijaju svijest o povezanosti kako nastavnih predmeta, tako i potrebi primjene znanja iz različitih predmeta u cilju rješavanja zadataka i problema u nastavi i u svakodnevnom životu.

## B

### Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.II.1

Učenik/ca argumentuje važnost analitičke hemije u svakodnevnom životu.

Učenik/ca objašnjava ulogu analitičke hemije u savremenom načinu života.

Učenik/ca povezuje analitičku hemiju sa drugim granama hemije.

Učenik/ca analizira značaj analize u savremenoj dijagnostici.

#### B.II.2

Učenik/ca istražuje tvari primjenom kvalitativne i kvantitativne hemijske analize.

Učenik/ca objašnjava metode uzorkovanja, reprezentativni uzorak za analizu i prevođenje uzoraka u rastvor.

Učenik/ca objašnjava principklasifikacije kationa i aniona u analitičke grupe.

Učenik/ca prikazuje ionske jednačine za dokazivanje kationa i aniona.

Učenik/ca objašnjava postupke u gravimetrijskoj i volumetrijskoj analizi.

#### B.II.3

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca objašnjava izračunavanje u gravimetrijskoj i volumetrijskoj analizi i praktično ga primjenjuje.

Učenik/ca izračunava količinsku koncentraciju jake kiseline ili jake baze na osnovu rezultata titracije.

## KLJUČNI SADRŽAJI

metode uzorkovanja; kvalitativna analiza (karakteristične reakcije kationa i aniona); kvantitativna analiza (gravimetrija, volumetrija i fizičko-hemijske metode); stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Hemijska analiza koristi se u forenzici, medicini, u ispitivanju sadržaja različitih tvari u svim sferama okoline (tlo, voda, zrak), u cilju ispitivanja kvalitete hrane, različitih sirovina i gotovih proizvoda, goriva, u hemijskoj industriji. Međutim, i najbolje analitičke metode su beskorisne ako uzorak ispitivanog materijala nije uzet na odgovarajući način. Učenici/ce se kroz primjere iz prakse trebaju upoznati s važnošću reprezentativnosti uzorka, te s problemom velikog i malog uzorka (uzorak uglja iz rudnika, uzorci tkiva u forenzici). Hemijska analiza u srednjoj školi uključuje dokazivanje odabranih kationa (npr.  $Pb^{2+}$ ), aniona ( $SO_4^{2-}$ ), njihovo svrstavanje u analitičke grupe na osnovu grupnog reagensa. Dovoljno je obraditi samo visoko selektivne analitičke reagense i reakcije. Na navedenome se temelji učenje gradiva o kiselinama, bazama, solima, te redoks reakcijama. Hemijska analiza također omogućava učenicima/cama da razviju vještine rukovanja osnovnim laboratorijskim priborom i posuđem, vještine promatranja i uočavanja promjena. Teškoće s kojima se učenici/ce susreću prilikom učenja ovih sadržaja vezani su za nemogućnost povezivanja praktičnog rada sa teorijskim sadržajima koje uče. Pored toga, nerijetko su preopterećeni različitim zadacima u okviru praktičnog rada (čitanje uputa, izvođenje praktičnog rada, uočavanje promjena, zapisivanje rezultata, planiranje narednih koraka), što može izazvati kognitivno preopterećenje. Zbog toga se taj rad nerijetko svede na slijepo slijeđenje zadanih uputa.

S obzirom da se kationi najčešće identificiraju tako što s određenim reagensima daju taloge, koje je lakše uočiti, obično se polazi od reakcija na katione. Anioni se često dokazuju reakcijama u kojima nastaju gasovi, pa se stoga oni rade kasnije. Ovi sadržaji zahtijevaju visok udio praktičnog rada, ali se učenici/ce trebaju poticati i na razmišljanje, a ne samo na mehaničko izvođenje eksperimenta (npr. zašto se lakmus papir navlaži prije nego se njime ispituje kiselost/bazičnost rastvora, zašto su dovoljne male količine nepoznate tvari i reagensa, zašto se obično koriste rastvori nepoznate tvari a ne čvrsta tvar, ...).

Kvalitativna i kvantitativna analiza mogu se kombinirati tako da se učenicima/cama zada smjesa dviju soli, npr. kalcij karbonat i kalcij hlorid; njihov zadatak je predložiti način određivanja zajedničkog kationa i dva aniona (kvalitativna analiza), te izračunati maseni udio ovih dviju soli u uzorku (kvantitativna analiza, određivanje sulfata). Od volumetrijskih metoda dovoljna je kiselinsko-bazna titracija jake kiseline i jake baze (rastvori hloridne i sulfatne kiseline, te natrij-hidroksida, a u cilju razumijevanja i primjenjivanja stehiometrijskih odnosa reaktanata u izračunavanju).

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije kod poučavanja ovih pojmova ostvaruju se sa nastavom *Matematike* (izrada stehiometrijskih zadataka vezanih za količinu tvari, pisanje hemijskih reakcija), *fizike* (primjena mjernih jedinica SI), *Informatike* (izrada grafičkih prikaza pomoću računara, očitavanje podataka iz grafika), *Biologije* (kationi i anioni u živom organizmu), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Obradom ovih nastavnih sadržaja učenici/ce razvijaju vještine rukovanja laboratorijskim priborom i posuđem, primjenjuju pravila rada u laboratoriji i pridržavaju se mjera opreza, a te navike poslije primjenjuju i u drugim aktivnostima. Potiče se kritičko i kreativno razmišljanje uključivanjem u rješavanje problema. Kroz primjenu analitičkih metoda u stvarnim i hipotetičkim situacijama kod učenika/ca se stvara osjećaj za zastupljenost hemije u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji. Kod učenika/ca se razvija i briga o okolini,

svijest o značaju odlaganja produkata eksperimenata na odgovarajući način, kao i svijest o izvođenju eksperimenata u manjim količinama kako bi se smanjile količine otpada.

#### B.II.4

Učenik/ca utvrđuje osobine, sastav i vrstu tvari.

Učenik/ca navodi opće osobine, dobijanje i primjenu: alkalnih i zemnoalkalnih metala, elemenata 13. 14. 15. 16. i 17. grupe Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca objašnjava osobine, postupke dobijanja i primjenu tehnički važnih metala (željezo, aluminij, bakar).

Učenik/ca objašnjava osobine, postupke dobijanja i upotrebu važnijih nemetala (vodik, kisik, azot, hlor, sumpor).

#### B.II.5

Učenik/ca povezuje građu i osobine elementarnih tvari s njihovim položajem u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca primjenjuje zakon periodičnosti (promjena elektronegativnosti, metalnih i nemetalnih osobina, atomski radijus, energiju jonizacije) unutar periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca upoređuje fizičko-hemijske osobine metala i nemetala.

Učenik/ca povezuje kristalnu strukturu metala i metalnu vezu sa osobinama metala i njihovom praktičnom primjenom.

#### B.II.6

Učenik/ca analizira hemijske promjene metala i nemetala.

Učenik/ca analizira reakcije dobijanja: željeza, bakra, cinka, alkalnih i zemnoalkalnih metala, pojedinih elemenata 13. 14. 15. 16. i 17. grupe Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca prikazuje reakcije dobivanja metala i nemetala uz pomoć odgovarajućih hemijskih jednačina.

#### B.II.7

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca izvodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija anorganskih spojeva.

Učenik/ca utvrđuje limitirajući reaktant i reaktant u višku.

#### B.II.8

Učenik/ca utvrđuje važnost tehnoloških procesa i njihov uticaj na održivi razvoj.

Učenik/ca potkrepljuje dokazima pretjeranu eksploataciju prirodnih resursa i predlaže mjere unapređenja zaštite životne sredine.

Učenik/ca objašnjava pojmove tehnologije i metalurgije.

Učenik/ca procjenjuje efikasnost industrijskih procesa koristeći principe zelene hemije.

Učenik/ca procjenjuje recikliranje materijala iz ekonomske, društvene i ekološke perspektive.

Učenik/ca analizira štetno djelovanje anorganskih spojeva na čovjekovo zdravlje i okolinu.

### KLJUČNI SADRŽAJI

nalazišta, dobivanje, osobine i spojevi elemenata: 1. grupe PSE – litij (Li), natrij (Na), kalij (K); 2. grupe PSE – magnezij (Mg), kalcij (Ca); 13. grupe PSE - aluminij (Al); 14. grupe PSE - ugljik (C) modifikacije i spojevi; silicij

(Si) – poluprovodnici, silikati, silikoni; 15. grupe PSE - azot (N), fosfor (P); 16 grupe PSE - kisik (O) oksidi i voda; zrak, ozon, fotohemijski smog, efekt staklenika, sumpor (S); bakar (Cu) i legure bakra; željezo (Fe); korozija i zaštita od korozije; olovo (Pb) i cink (Zn) i spojevi; vodik (H) i izotopi vodika; 17. grupe PSE - halogeni elementi, hlor (Cl) – hloridna kiselina, hloridi; prirodna i vještačka radioaktivnost; kisele kiše; hemijska tehnologija; održivi razvoj; zelena hemija; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kako učenici/ce stječu sve više prakse u laboratorijskom radu, tako im se može postupno omogućavati izvođenje većeg broja praktičnih vježbi. Učenicima/cama je potrebno naglasiti da sve više sami trebaju raditi na sticanju znanja i razvoju sposobnosti, odnosno da se trebaju osposobljavati za samostalno učenje, jer činjenice i naučene definicije sve brže zastarijevaju, a sve veću važnost ima kontinuirano sticanje znanja i cjeloživotno učenje. Nastavnici/e su kompetentni procijeniti koje eksperimente učenici/ce mogu izvesti, imajući u vidu opremljenost škole i psihofizički uzrast učenika/ca.

Prije poučavanja gradiva o metalima i nemetalima, s učenicima je potrebno ponoviti pravila pisanja elektronske konfiguracije, građa atoma i Periodni sistem elemenata. Nije potrebno tražiti od učenika/ca pisanje elektronskih konfiguracija atoma lantanoida i aktinoida, važni su prijelazni elementi četvrte periode.

Nastava anorganske hemije učenicima/cama se može učiniti zanimljivijom tako što će se na svakom nastavnom satu „najaviti“ nova nastavna tema, npr. *alkalni metali*, te izabrati dva učenika/ce kojima će se zadati zadaća da obrade ove sadržaje s naglaskom na interdisciplinarni pristup (npr. mogu se osvrnuti na Na-K pumpu, manjak kalija u organizmu uslijed terapije diureticima, povećanje krvnog pritiska kod prehrane bogate natrij hloridom). Za kvalitetnu pripremu nije dovoljno sedam dana, pa je potrebno teme dati dovoljno unaprijed kako bi se učenici/ce mogli kvalitetno pripremiti za diskusiju. Kod obrade elemenata druge grupe Periodnog sistema elemenata, učenici/ce se trebaju pripremiti za diskusiju o ulozi kalcija u organizmu, strukturi kostiju i zuba, osteoporozi; zastupljenosti krečnjaka i dolomita u planinskim masivima. Sličan način rada može se primijeniti i kod obrade sadržaja o drugim grupama Periodnog sistema elemenata. Jako je važno kod učenika/ca razvijati samostalnost u radu i sposobnost za timski rad, te kritičko razmišljanje i procjenjivanje dobivenih informacija. Znanje koje će učenici/ce steći vlastitim radom puno je korisnije od slušanja izlaganja nastavnika/ce, u suštini, nije bitno znaju li učenici/ce neke činjenice napamet, nego trebaju razviti sposobnost pronalaženja podataka potrebnih u datom trenutku, kao i sistematskog izlaganja na zadanu temu uz pravilnu upotrebu hemijske nomenklature.

Učenik treba dobro poznavati one hemijske elemente i spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju. Kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

Učenici/ce bi trebali diskutovati međusobno o prednostima i nedostacima tehnoloških postrojenja, očuvanju i zaštiti životne okoline i koje su to prednosti programa reciklaže otpadnog materijala.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost može se ostvariti s nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (pretraživanje informacija dostupnih na Internetu, prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, pridržavanje mjera opreza), *Biologije* (briga o okolišu, efekt staklenika, kisele kiše), *Geografije* (nalazišta hemijskih elemenata i spojeva u prirodi) *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes za njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

#### Sve oblasti

##### .II.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

#### KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u drugom razredu.

#### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

\* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obvezno ostvaruje u 1. ili 2. razredu

\*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika/ca i odgojno-obrazovnim ishodima za 2. razred

\*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimetalnim radom.

\*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom

\*\*\*\*\* Prezentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

#### ► Srednje ► III.

#### Godine učenja i podučavanja predmeta: 5

#### D

#### Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

##### D.III.1

Učenik/ca analizira klase organskih spojeva i njihove osobine.

Učenik/ca navodi funkcionalne grupe za odabrane klase organskih spojeva (ugljikovodici, organski spojevi sa kisikom i azotom).

Učenik/ca imenuje organske spojeve prema IUPAC nomenklaturi uz osvrt na trivijalne nazive organskih spojeva koji su u upotrebi u svakodnevnom životu.

	<p>Učenik/ca upoređuje različite klase organskih spojeva po hemijskom sastavu, strukturi, nomenklaturi i osobinama.</p> <p>Učenik/ca prikazuje molekule organskih spojeva ispisujući molekulsku, strukturnu, racionalnu i kondenzovanu formulu spojeva na osnovu imena spoja i obrnuto.</p> <p>Učenik/ca identifikuje vrste izomerije ilustrujući strukturne formule organskih izomera.</p> <p>Učenik/ca prikazuje različitim modelima građu organskih spojeva.</p> <p>Učenik/ca objašnjava sličnosti i razlike u fizičkim i hemijskim osobinama unutar klasa organskih spojeva i povezuje ih sa strukturom njihovih molekula i međumolekulskim interakcijama.</p> <p>Učenik/ca objašnjava pojam elementarne analize i njenu primjenu pri određivanju formule spoja</p>
<p><b>D.III.2</b></p> <p>Učenik/ca analizira i objašnjava reaktivnost organskih spojeva primjenjujući hemijsku simboliku.</p>	<p>Učenik/ca predstavlja dobivanje organskih spojeva kroz hemijske reakcije s osvrtom na one koji imaju primjenu u svakodnevnom životu.</p> <p>Učenik/ca objašnjava pojmove elektrofil, nukleofil, slobodni radikal ilustrujući primjerima</p> <p>Učenik/ca objašnjava homolitičko i heterolitičko cijepanje kovalentne veze</p> <p>Učenik/ca analizira i piše jednačine hemijskih reakcija na osnovu strukture molekula (reakcije adicije, supstitucije, eliminacije, oksidacije, redukcije, kondenzacije, esterifikacije, polimerizacije itd, ...).</p>
<p><b>D.III.3</b></p> <p>Učenik/ca kritički razmatra upotrebu organskih tvari i njihov uticaj na okolinu.</p>	<p>Učenik/ca kritički razmatra upotrebu organskih spojeva koji se koriste svakodnevno te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.</p> <p>Učenik/ca istražuje uticaj pesticida (npr. lindan, DDT, organofosforni spojevi) i halogeniranih organskih spojeva na čovjeka i okolinu.</p> <p>Učenik/ca predlaže mogućnosti smanjenja upotrebe organskih spojeva koji su štetni za čovjeka i životu okolinu.</p> <p>Učenik/ca analizira posljedice korištenja fosilnih goriva procjenjujući njihov uticaj na održivi razvoj.</p> <p>Učenik/ca predlaže modele za racionalno korištenje i uštedu neobnovljivih izvora energije.</p>
<p><b>D.III.4</b></p> <p>Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.</p>	<p>Učenik/ca izvodi ekperimente u okviru oblasti.</p> <p>Učenik/ca provodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija organskih spojeva.</p>

### D.III.5

Učenik/ca utvrđuje važnost tehnoloških procesa i upotrebe organskih tvari i njihov uticaj na okolinu.

Učenik/ca argumentuje pretjeranu eksploataciju prirodnih resursa (npr. fosilnih goriva) i predlaže mjere unapređenja zaštite životne sredine.

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu organskih spojeva koji se koriste svakodnevno te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

Učenik/ca istražuje uticaj pesticida (npr. lindan, DDT, organofosforni spojevi) i halogeniranih organskih spojeva na čovjeka i okolinu.

Učenik/ca predlaže mogućnosti smanjenja upotrebe organskih spojeva koji su štetni za čovjeka i okolinu.

Učenik/ca procjenjuje efikasnost industrijskih procesa koristeći principe zelene hemije.

Učenik/ca procjenjuje recikliranje materijala iz ekonomske, društvene i ekološke perspektive.

## KLJUČNI SADRŽAJI

hemijska veza u organskim spojevima i struktura organskih molekula; organski spojevi-alifatski, ciklični i aromatski ugljikovodici, spojevi sa kisikom, azotom i halogenim elementima, (strukturne karakteristike, trodimenzionalan izgled, nomenklatura, fizičke osobine i reaktivnost, glavni predstavnici, eventualna rasprostranjenost u prirodi, dobivanje; reakcije organskih spojeva: supstitucija, adicija, eliminacija, kondenzacija, esterifikacija..., upotreba u industriji, medicini, svakodnevnom životu, eventualne opasnosti i koristi organskih spojeva); organski polimeri; heterociklični spojevi; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Organska hemija vrlo je važna grana hemije, zbog rasprostranjenosti organskih spojeva u prirodi. Organski spojevi su svuda oko nas. Mnogi savremeni materijali barem su djelomično sastavljeni od organskih spojeva. Organska hemija je temelj biohemije, biotehnologije i medicine.

Miskonceptije o pojmovima iz organske hemije nisu u velikoj mjeri dokumentirane kao u slučaju drugih oblasti, ali je poznato da učenici/ce teškoće najviše imaju s razumijevanjem organske hemije kao posebnog dijela hemije, te s nomenklaturom organskih spojeva koja slijedi striktna međunarodna pravila. Učenicima/cama je potrebno razjasniti specifičnosti organske hemije u odnosu na druge hemijske discipline – u tome može pomoći historijski razvoj organske hemije i porijeklo njenog imena – ali je potrebno i naglasiti da je organska hemija neodvojiv i integralni dio cjelokupne hemijske nauke, te svi glavni hemijski zakoni i koncepti važe i ovdje. Sistematska imena se ne upotrebljavaju uvijek, te je učenicima/cama potrebno pomoći da shvate osnovna pravila nomenklature i da uvide da mnogi organski spojevi imaju iste prefikse i sufikse.

S učenicima/cama je potrebno obraditi strukturnu izomeriju, cis-trans izomeriju i enantiomeriju. Proučavajući reakcije karakteristične za određene grupe organskih spojeva, učenici/ce će moći predložiti neke hemijske metode za razlikovanje različitih funkcionalnih grupa i identificiranje nepoznatih ugljikovih spojeva. Objašnjenje reakcija organskih spojeva preko reakcijskih mehanizama na ovom nivou se ne očekuje.

Uvriježeno je mišljenje da je u nastavi organske hemije nemoguće izvoditi eksperimente, jer organske hemijske reakcije dugo traju, aparature su komplikovane, organski spojevi neugodno mirišu itd. U nastavi organske hemije mogu se izvoditi jednostavni grupni eksperimenti, koje su možda već vidjeli ili izveli u osnovnoj školi. Na ovom nivou obrazovanja isti će eksperiment posmatrati sa više razumijevanja.



U ovoj se temi razmatraju važne organske tvari poput aspirina, deterdženata, najlona i poliestera, a učenici/ce bi trebali biti u stanju prepoznati strukture tih tvari. Pored toga, učenici/ce bi trebali prepoznati da su najlon i poliesteri kondenzacijski polimeri i napisati hemijske jednačine za njihovo nastajanje.

Pri obradi nastavnih sadržaja hemije najbolje je primijeniti grupni oblik rada i blok-čas. Nastavu hemije treba organizovati tako da do izražaja dođu učeničke sposobnosti.

Od pukog pisanja formula važnije je da učenici/ce saznaju kako hemičari određuju strukturu neke molekule. Nekada su hemičari provodili niz hemijskih reakcija i na osnovu njih zaključivali o strukturi molekula istraživanog spoja. Od učenika/ca se očekuje razumijevanje osnova instrumentalnih metoda, te ograničenosti konvencionalnih načina identifikacije hemijskih spojeva. Na ovom nivou učenja hemije ne očekuje se detaljno poznavanje principa ili načina rada instrumenata.

Eksperimenti koji se mogu izvesti u sklopu ove oblasti su: dokazivanje prisustva dvostruke veze odnosno prisustva spoja koji se može oksidirati (reakcija sa  $\text{KMnO}_4$ ), alkotest, Fehlingova i Tollensova reakcija na aldehide, rastvaranje metala u metanskoj i etanskoj kiselini, dokazivanje azota u urei, i brojni drugi, što svakako ovisi o opremljenosti škole. Ukoliko škola nije opremljena sa odgovarajućom opremom i priborom, u svrhu približavanja organske hemije učenicima/cama, nastavnici mogu koristiti različita videa ili simulacije koje se mogu naći na internetu (<http://www.edutorij.e-skole.hr>; khan akademija, youtube itd...).

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Preporučuje se učenicima/cama naglasiti poveznice s drugim nastavnim predmetima: *Historijom* (historijski razvoj organske hemije i uloga pojedinih produkata organske hemijske industrije nekad i danas), *Matematikom* (različita izračunavanja i rješavanje stehiometrijskih zadataka), *Informatikom* (obrađena eksperimentalnih podataka upotrebom računara, primjena različitih aplikacija za nastavu organske hemije, npr. ChemDraw, Avogadro, virtualni hemijski laboratorij), *Biologijom* (heterociklični spojevi).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje ogleda se kroz razvijanje svijesti kod učenika/ca o važnosti organske hemije u svakodnevnom životu i u industrijskim procesima, organske sinteze u proizvodnji farmaceutskih preparata, te u vezi s tim, svijesti o interdisciplinarnoj povezanosti sadržaja iz organske hemije s mnogobrojnim aspektima svakodnevnog života. Učenici/ce trebaju shvatiti važnost pridržavanja mjera opreza prilikom rada u laboratoriju i u industrijskim pogonima. Od velikog je značaja je da postanu svjesni uticaja organske hemije i potrebe cjeloživotnog učenja u kontekstu organske hemije, a u cilju donošenja odluka baziranih na činjenicama i eksperimentalnim rezultatima.

## Sve oblasti

### .III.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše složenije istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

## KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u trećem razredu.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

- \* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obvezno ostvaruje u 3. razredu
- \*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika/ca i odgojno-obrazovnim ishodima za 3. razred
- \*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimnetalnim radom.
- \*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom
- \*\*\*\*\* Prezentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

## Srednje obrazovanje – Hemija srednje škole četverogodišnji program

### ► Srednje ► I.

### Godine učenja i podučavanja predmeta: 3

#### A

#### Tvari

##### A.1.1

Učenik/ca primjenjuje odgovarajuće mjere opreza i pravilno koristi zaštitnu opremu.

Učenik/ca opisuje potencijalne opasnosti u hemijskoj laboratoriji i odgovarajući postupak rješavanja svake od njih.

Učenik/ca primjenjuje pravila ponašanja u hemijskom laboratoriju.

Učenik/ca izvodi laboratorijske eksperimente primjenjujući mjere opreza i zaštite.

##### A.1.2

Učenik/ca demonstrira vještine mjerenja i organizovanog bilježenja dobivenih podataka.

Učenik/ca demonstrira vještine planiranja i provođenja eksperimentalnog istraživanja koristeći laboratorijsku opremu i pribor.

Učenik/ca koristi odgovarajuće instrumente, laboratorijsko posuđe i pribor u prikupljanju podataka.

Učenik/ca koristi jedinice Međunarodnog sistema mjernih jedinica i prihvaćene izvedene jedinice u hemiji.

Učenik/ca primjenjuje pravila određivanja značajnih cifri u dobivenom rezultatu.

##### A.1.3

Učenik/ca analizira osobine, sastav i vrste tvari.

Učenik/ca razlikuje čiste tvari i smjese tvari na osnovu sastava.

Učenik/ca predlaže i provodi postupak razdvajanja tvari iz smjese na osnovu poznavanja hemijskog sastava smjese i osobina sastojaka.

Učenik/ca analizira vrste i osobine disperznih sistema.

Učenik/ca povezuje osobine disperznih sistema s njihovom primjenom u svakodnevnom životu.

Učenik/ca upoređuje tvari po sastavu, vrsti i osobinama.

Učenik/ca povezuje fizičke i hemijske osobine tvari iz svakodnevnog života sa tipom hemijske veze i međumolekulskim interakcijama.

## KLJUČNI SADRŽAJI

rad u hemijskoj laboratoriji (pravila sigurnosti i zaštite u hemijskoj laboratoriji, laboratorijski pribor i oprema); hemikalije (označavanje, otpadne hemikalije, znaci upozorenja); postupci uklanjanja odabranih hemikalija.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Različiti su razlozi izbjegavanja praktičnog laboratorijskog rada u nastavi hemije u osnovnim i srednjim školama; jedan od njih je (sasvim opravdan) briga za sigurnost učenika/ca. U vezi s tim, učenike/ce je potrebno upoznati s potencijalnim rizicima i opasnostima koje nosi hemijski eksperiment, te insistirati na primjeni mjera opreza prilikom izvođenja eksperimenata. To podrazumijeva da je nastavnik/ca istražio potencijalne opasnosti. Za učenike/ce je važno da nauče šta podrazumijevaju oznake LD 50, MDK, te da odgovarajuće informacije o pojedinim hemikalijama korištenim u eksperimentu mogu naći u sigurnosnim listovima (MSDS, SDS), dok nastavnicima mogu koristiti upute za rad u laboratoriji izdate od strane Američkog hemijskog društva (ACS: <https://www.acs.org/content/acs/en/chemical-safety/teach-and-learn/high-school.html>).

Izvođenje eksperimenta ne smije biti svrha sama sebi; jedan od ciljeva praktičnog rada jeste razvijanje vještina rukovanja laboratorijskim posuđem, hemikalijama, instrumentima. Razumljivo je da se praktičan rad ne može primijeniti u svim situacijama; nastavnik/ca je taj koji je kompetentan procijeniti kada i u kojem obliku praktični laboratorijski rad treba primijeniti u nastavi hemije. Treba razmotriti korištenje online alata u situacijama gdje je praktičan rad teško izvodljiv (npr. virtualna laboratorija koja se pokazala korisnom posebno kod eksperimenata sa skupim i po zdravlje potencijalno opasnim tvarima).

Učenici/ce se ovdje uče i kako izraditi laboratorijski izvještaj o provedenom eksperimentu, kako predstaviti rezultate, te na osnovu kojih parametara se može neki rezultat odbaciti kao nepouzdan. Na taj način uče kako provoditi istraživačke projekte, koji se mogu realizirati u saradnji sa nastavnicima biologije, fizike i drugih nastavnih predmeta.

Učenik treba dobro poznavati one organske spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju. Kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost očita je sa nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, poštivanje mjera opreza), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Sigurnost i poštivanje mjera opreza o kojima se vodi računa u razredu kod učenika/ca razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite i u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji, kako u cilju vlastite zaštite, tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata (ne uzimati u obzir samo one koji idu u prilog, odnosno procijeniti na osnovu kojih kriterija se neki rezultat može odbaciti kao nepouzdan), svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također, razvija se sposobnost kritičkog i kreativnog razmišljanja

kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno nezadovoljavajuće rezultate.

#### A.I.4

Učenik/ca primjenjuje hemijsku nomenklaturu i simboliku.

Učenik/ca objašnjava značenje količine tvari i njene mjerene jedinice - mola.

Učenik/ca analizira i piše hemijske formule binarnih i poliatomskih spojeva.

Učenik/ca imenuje spojeve koristeći IUPAC sistem nomenklature.

Učenik/ca analizira hemijske simbole i hemijske formule.

Učenik/ca određuje empirijsku i molekulsku formulu spoja na osnovu podataka o masenim udjelima elemenata i relativne molekulske mase spoja.

#### A.I.5

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav rastvora (maseni udio, masena i količinska koncentracija).

Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav smjese tvari iz zadatih podataka.

Učenik/ca primjenjuje hemijski račun za pripremu rastvora određenog sastava razblaživanjem ili rastvaranjem čvrste tvari.

#### A.I.6

Učenik/ca analizira osobine oksida, kiselina, baza i soli primjenom laboratorijskih vještina kao i hemijske simbolike i terminologije.

Učenik/ca definira kiseline i baze po Arrheniusu, Brønsted-Lowryju i Lewisu.

Učenik/ca objašnjava djelovanje pufera na primjerima.

Učenik/ca upoređuje kiseline, baze i pufere po njihovom sastavu i osobinama.

Učenik/ca razvrstava tvari na kisele ili bazne primjenom indikatora uz osvrt na one iz svakodnevnog života.

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida i soli te njihov uticaj na okolinu.

Učenik/ca prikazuje jednačinama hemijskih reakcija karakteristične reakcije kiselina, baza i soli.

## KLJUČNI SADRŽAJI

hemija i prirodne nauke; eksperimentalni svijet hemije; tvari; hemijski elementi; hemijski simboli elemenata; spojevi; hemijske formule; nazivi binarnih i poliatomnih hemijskih spojeva; smjese; izračunavanje sastava smjesa; fizičke i hemijske osobine tvari; disperzni sistemi; pravi rastvori; razblaživanje rastvora; tačka ključanja i tačka mržnjenja rastvora; difuzija; osmoza i osmotski pritisak; elektroliti i neelektroliti; oksidi; kiseline; baze; indikator; disocijacija kiselina, baza i soli; određivanje formule spoja; empirijska i molekulska formula; maseni/procentni udio; količina tvari; mol; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Eksperimenti su ključni u realizaciji većine ishoda ove tematske cjeline, jer se tako naglašava važnost laboratorijskog rada i izbjegava učenje činjenica napamet. Eksperimenti se ne moraju nužno ograničiti na učionicu: učenici/ce kod kuće mogu izvesti neke eksperimente i o njima izvijestiti na sljedećem nastavnom satu (prikazati video ili fotografije). Takvi eksperimenti su mnogobrojni; neki od njih su: zagrijavanje smjese leda i vode i bilježenje temperature u određenim vremenskim intervalima, reakcija između natrij hidrogenkarbonata i rastvora acetatne kiseline, ispitivanje kiselinsko-baznih osobina tvari koje se nalaze u

domaćinstvu pomoću prirodnih indikatora, određivanje gustoće zlatnog nakita i procjena je li nakit zaista zlatni, i brojni drugi.

Kada god je to moguće, nastavnik/ca treba povezati sadržaje s primjenom u svakodnevnom životu ili u budućem profesionalnom razvoju učenika/ca; na taj način učenici/ce će uvidjeti da je primjena hemije zaista široka i nezaobilazna.

Gdje god je to moguće, nastavnik/ca bi trebao povezivati sva tri nivoa predstavljanja hemijskih pojmova (makroskopski, submikroskopski i simbolni), kako bi učenici/ce uvidjeli povezanost između njih i na taj način im se olakšalo konceptualno razumijevanje hemijskih pojmova. Koristan alat mogu biti aplikacije i softveri s interneta (npr. VisChem, Connected Chemistry).

Eksperimenti vezani za ovu tematsku cjelinu su se također planirali i u osnovnoj školi. U srednjoj školi bi svakako trebalo planirati izvođenje onih eksperimenata koje učenici/ce nisu imali priliku vidjeti/izvesti u osnovnoj školi (razdvajanje tvari iz smjese filtriranjem, sublimacijom, destilacijom, ispitivanje kiselosti i bazičnosti vodenih rastvora različitih tvari kiselinsko-baznim indikatorima, priprema rastvora zadane masene ili količinske koncentracije ili masenog udjela, te brojni drugi, o čemu svakako odlučuje nastavnik/ca imajući u vidu opremljenost kabineta hemije u školi ali i psihofizički uzrast učenika/ce.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Hemija se kroz ove nastavne sadržaje povezuje sa predmetima *Fizika* (fizičke promjene, mjerenja, SI jedinice, optičke osobine koloida), *Matematika* (različita izračunavanja vezana za eksperimente), *Biologija* (proučava životne pojave i procese), *Informatika* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o interdisciplinarnosti, odnosno povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes za njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

## B

### Struktura tvari i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.I.1

Učenik/ca analizira građu tvari.

Učenik/ca opisuje saznanja o građi atoma.

Učenik/ca razlikuje atomski i maseni broj, izotop, izoelektronska čestica.

Učenik/ca razlikuje amorfnu tvar, kristale, polimorfe i alotrope.

#### B.I.2

Učenik/ca analizira tipove hemijskih veza.

Učenik/ca razlikuje hemijske veze i međumolekulske interakcije.

Učenik/ca predviđa fizičke i hemijske osobine spojeva na osnovu građe molekule.

Učenik/ca upoređuje fizičke osobine ionskih i molekulskih spojeva (npr. NaCl i HCl).

Učenik/ca predviđa kako se mijenjaju radijus, energija ionizacije i elektronski afinitet atoma elemenata kroz grupe i periode Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca predviđa prirodu veze (nepolarna kovalentna, polarna kovalentna, ionska) na osnovu koeficijenta elektronegativnosti atoma.

	Učenik/ca povezuje kristalnu strukturu metala i metalnu vezu sa osobinama metala.
<b>B.I.3</b> Učenik/ca primjenjuje hemijsku simboliku pri objašnjavanju građe tvari.	<p>Učenik/ca koristi hemijsku simboliku prilikom prikazivanja nastanka hemijskih veza.</p> <p>Učenik/ca upotrebljava Paulijev princip isključenja, Hundovo pravilo i Aufbau princip pri pisanju elektronske konfiguracije električki neutralnih i naelektrisanih atomskih vrsta s obzirom na položaj u Periodnom sistemu elemenata.</p> <p>Učenik/ca izrađuje modele molekulskih spojeva koji sadrže jednostruke i višestruke veze (npr. CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) i modele ionskih spojeva (npr. NaCl).</p>
<b>B.I.4</b> Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.	<p>Učenik/ca izračunava broj subatomske čestice u zadanim atomima i ionima na osnovu ponuđenih podataka.</p> <p>Učenik/ca izračunava prosječnu atomsku masu iz podataka o zastupljenosti izotopa.</p> <p>Učenik/ca određuje valentne i oksidacione brojeve elemenata u hemijskim formulama.</p> <p>Učenik/ca izračunava masu atoma ili molekula, relativnu atomsku masu ili relativnu molekulsku masu na osnovu zadanih podataka.</p>

## KLJUČNI SADRŽAJI

priroda tvari; Rutherfordov model atoma; Moseleyev zakon; proton, neutron; atomski broj, izotopi, masa atoma; mase najsitnijih čestica; unificirana atomska jedinica mase ( $u$ ); relativna atomska masa ( $A_r$ ); relativna molekulska masa ( $M_r$ ); elektronski omotač atoma (linijski spektar, spektar atoma vodika, podljuske, orbitale i spin elektrona, elektronska konfiguracija); periodni sistem elemenata; ionska veza; kovalentna veza; vodikova veza; metalna veza; osobine ionskih i kovalentnih spojeva; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

S obzirom da su se sadržaji o građi tvari već poučavali u osnovnoj školi, potrebno je procijeniti učeničko razumijevanje ovih pojmova, te imati to na umu prilikom obrade ovih nastavnih sadržaja.

Cilj izučavanja gradiva o podljuskama, emisijskim i apsorpcijskim spektrima, orbitalama i spinu jeste priprema za tumačenje prirode ionske, kovalentne i metalne veze. Nije potrebno zahtijevati pisanje elektronskih konfiguracija atoma prijelaznih elemenata jer to znanje učenici/ce neće imati prilike primijeniti; važno je da shvate da postoji zakonitost popunjavanja energetske nivoa u atomu u osnovnom stanju. Za razumijevanje prirode hemijskih veza dovoljno je poznavati broj valentnih elektrona. Učenicima/cama se može spomenuti vjerovatnoća nalaženja elektrona u prostoru atoma, ali samo s ciljem mijenjanja predodžbe o putanjama u atomu predodžbom o vjerovatnoći nalaženja elektrona.

Važno je da učenici/ce razumiju značenje pojma relativna atomska masa, da znaju odnose veličine atoma i njihovih iona, te da uvide logiku prilikom svrstavanja elemenata u Periodni sistem elemenata (PSE).

Kod poučavanja hemijskih veza, važno je da učenici/ce razumiju da su ionskom vezom povezani ioni, da tom vezom nastaju ionski spojevi koji na makroskopskom nivou čine ionske kristale, te da formula jedinica određenog ionskog spoja nije molekula. Također je važno da razumiju važnost koordinacijskog broja određenog iona. Kod kovalentne veze učenici/ce trebaju shvatiti pravilo okteta, ali nastavnici trebaju imati

na umu da ovo pravilo vrijedi samo za elemente prve kratke periode. Nakon što učenici/ce shvate da jedna crtica označava jedan elektronski par, treba preći na prikaz strukturnih formula samo s pomoću valentnih crtica. Objašnjenje kovalentne veze korištenjem različitih simbola za elektrone različitih atoma treba ograničiti samo na početak obrade ovih sadržaja, jer kasnije kviri predodžbu kovalentne veze kod učenika/ca. Osim strukturnih formula koristan alat su i kalotni modeli, jer ilustriraju omjer radijusa atoma, valentne uglove, te pokazuju kako elektronski oblaci atoma prodiru jedan u drugi što doprinosi boljem razumijevanju pojma zajedničkog elektronskog para, jer sugerira da svi elektroni na neki način pripadaju molekuli, a ne izoliranim atomima.

Učenike/ce treba poučiti kako na osnovu podataka o elektronegativnosti mogu procijeniti kada nastaje polarna kovalentna veza, a kada je ta veza ionska. Važno je razjasniti pojmove ionski radijus (radijus iona), kovalentni radijus (polovina razmaka između središta istovrsnih atoma u molekuli), te dužina veze (razmak između dva istovrsna atoma u molekuli). Kod obrade međumolekulskih interakcija, učenicima/cama se trebaju naglasiti vrste privlačnih sila među molekulama, te da je udio disperzijskih sila najveći; kod obrade vodikovih veza treba obratiti pažnju na ulogu vodikovih veza u prirodi i u životnim procesima. Jako je važno da učenici/ce uoče razliku u jačini međumolekulskih veza u odnosu na ionsku i kovalentnu.

## **2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

U ovoj tematskoj cjelini moguća je povezanost sadržaja sa predmetima *Fizika* (građa atoma, Paulijev princip, spektri), *Historija* (historijski razvoj spoznaje o atomu, molekuli, povijesne činjenice o otkriću i porijeklu imena hemijskih elemenata, otkriće PSE), *Matematika* (različita stehiometrijska izračunavanja), *Likovna kultura* (izrada modela, izrada prezentacija projekata, postera), *Bosanski jezik i književnost*, *Hrvatski jezik i književnost*, *Srpski jezik i književnost* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju), *Informatikom* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa).

## **3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Učenici/ce zainteresirani za prirodne nauke ove sadržaje mogu dodatno istražiti i prezentirati razredu. Na taj se način razvija sposobnost izlaganja mišljenja i stavova, razvija se samopouzdanje u vlastite sposobnosti, te učenici/ce uče kako učiti. Razvija se i sposobnost samoprocjene uloženog truda, zalaganja i stečenog znanja te se na osnovu toga može planirati buduće učenje. Ako se učenički rad organizira u grupi, razvija se i sposobnost komunikacije s drugima, saradnje, te spremnosti da zatraži ili pruži pomoć kolegi u timu. Pored toga, kao i kod drugih nastavnih sadržaja, razvija se svijest učenika/ca o povezanosti nauka i naučnih disciplina, o potrebi primjene znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesionalnim opredjeljenjima, kao i potreba za cjeloživotnim učenjem uslijed konstantnog napretka nauke.

Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.



## A

### Tvari

#### A.1.1

Učenik/ca analizira fizičke i hemijske promjene tvari.

Učenik/ca navodi primjere egzotermnih i endotermnih reakcija.

Učenik/ca analizira hemijske reakcije (npr., reakcije neutralizacije, reakcije taloženja...).

Učenik/ca rješava jednostavne redoks reakcije.

Učenik/ca procjenjuje praktičnu primjenu hemijskih reakcija u određenoj struci (npr., farmacija, poljoprivreda, šumarstvo, veterina, medicina) i njihov uticaj na zdravlje i okolinu.

Učenik/ca objašnjava promjenu energije pri fizičko-hemijskim promjenama tvari.

Učenik/ca objašnjava karakteristike čvrstih, tečnih i gasovitih tvari te promjene agregatnih stanja na makroskopskom i čestičnom nivou.

#### A.1.2

Učenik/ca koristi odgovarajuću terminologiju i simboliku koja se odnosi na stehiometriju i hemijske reakcije.

Učenik/ca predviđa produkte hemijskih reakcija (npr. reakcija neutralizacije).

Učenik/ca izjednačava i analizira hemijske jednačine reakcija sinteze i analize.

Učenik/ca objašnjava stehiometrijske zakone na konkretnim primjerima.

Učenik/ca upoređuje različite parametre (masa, volumen, količina tvari, pritisak, temperatura) i izvodi zaključke na osnovu podataka dobivenih eksperimentalnim putem uz pomoć crteža, tabela ili grafikona.

#### A.1.3

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenata sa stehiometrijskim zakonima.

Učenik/ca izračunava količine reaktanata i produkata na osnovu stehiometrijske jednačine hemijske reakcije.

Učenik/ca kombinuje matematičke izraze pri rješavanju stehiometrijskih zadataka.

Učenik/ca primjenjuje jednačinu stanja idealnih gasova u računskim zadacima.

### KLJUČNI SADRŽAJI

fizičke i hemijske promjene tvari; četiri osnovna stehiometrijska zakona; Daltonova atomska teorija; Avogadrov zakon; broj jedinki (N); količina tvari (n); molarna masa (M); molarni volumen gasova (Vm); Avogadrova konstanta (NA); jednačina stanja idealnih gasova; izračunavanje na osnovu jednačine hemijske reakcije; limitirajući reaktant; iskorištenje i prinos hemijske reakcije; jednačine hemijskih reakcija; reakcije taloženja; reakcije rastvaranja taloga; reakcije razlaganja; redoks reakcije; oksidacijski broj; vrste redoks reakcija; egzotermne i endotermne reakcije; entalpija; kalorimetrija; stehiometrijska izračunavanja.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kod obrade nastavnih sadržaja vezanih za količinu tvari važno je da učenici/ce razumiju značenje pojma količina tvari, da povezuju količinu, masu i broj čestica, te kod gasova i molarni volumen. Kako bi učenici/ce

razumjeli važnost jednačina hemijskih reakcija, potrebno je izvoditi eksperimente te koristiti submikroskopske prikaze.

Prilikom izrade zadataka važno je tražiti od učenika/ca ispravno pisanje svih matematičkih izraza i hemijskih jednačina, te naglasiti da u jednačinama obavezno treba naznačiti agregatno stanje reaktanata i produkata reakcije; kasnije će ta navika biti korisna za lakše razumijevanje ravnoteže hemijskih reakcija.

Razumijevanje pojma *mol* ključno je za nastavu hemije općenito, a posebno za računanje. Pojam je apstraktan, pa se njegovo razumijevanje može olakšati korištenjem analogija iz svakodnevnog života. Učenicima/cama treba na više načina ilustrirati koliko je velik Avogadrov broj. Kod poučavanja ovih pojmova treba svakako navoditi učenike/ce na izvođenje eksperimenata, za što je potrebna vaga određene tačnosti. Učenička mjerenja mogu se uspoređivati s literaturnim vrijednostima, te procijeniti pogreške što omogućuje kritičko procjenjivanje vlastitih rezultata.

Kao reaktant i/ili kao produkt mnogih hemijskih reakcija javljaju se gasovi. Eksperimenti koji uključuju međusobne reakcije gasova ili oslobađanje gasova bi svakako trebalo izvesti. Postoje mnogi takvi eksperimenti, koji nisu zahtjevni, prikladni su za rad u grupama i zahtijevaju samo osnovni laboratorijski pribor i tehničku vagu.

Izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija često predstavljaju problem učenicima/cama. Pored toga, algoritamsko rješavanje zadataka ne podrazumijeva konceptualno razumijevanje istih. Važno je ispitati eventualne učeničke miskonceptije, te ih imati na umu prilikom poučavanja.

Korisno je izvođenje eksperimenata usporedbe jačine različitih kiselina. Učenički projekti koji uključuju neutralizaciju kiselina i baza učenicima/cama su puno zanimljiviji od titracije.

Mnogi nastavnici uvode pojam oksidacije i redukcije kod reakcija različitih elemenata s kisikom, na što se nadovezuju reakcije metala s vodom i kiselinama. Ono što može voditi ka miskonceptijama jesu definicije reakcija oksidacije kao (i) reakcija s kisikom, (ii) gubitak elektrona, (iii) porast oksidacijskog broja, a u skladu s tim i reakcija redukcije. Određivanje oksidacijskog broja uglavnom se obrađuje kroz primjenu seta pravila što ne rezultira razumijevanjem; preporučuje se davanje primjera različitih spojeva učenicima/cama na osnovu kojih oni mogu sami uvidjeti pravila.

U poučavanja energetske promjene hemijskih reakcija, važno je da učenici/ce prilikom izvođenja eksperimenta uoče egzotermne i endotermne reakcije, kako bi kvalitativno povezali oslobađanje ili potrošnju toplote s jačinom veze između atoma u česticama produkata i reaktanata. Iz energetskih dijagrama mogu otkriti je li određena reakcija egzo- ili endotermna.

U ovoj tematskoj cjelini naglasak je na demonstriranju stehiometrijskih zakona, tako da nastavnik/ca može izabrati ranije navedene eksperimente, ali i druge koje smatra prikladnim za tematsku cjelinu, a s ciljem olakšavanja razumijevanja stehiometrijskih zakona (Zakon o održanju mase, Zakon stalnih omjera masa...).

## **2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

Kod obrade ovih nastavnih sadržaja može se napraviti poveznica sa nastavom *Historije* (izlaganja o važnim historijskim temama o razvoju hemije kao nauke), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje i utvrđivanje termina vezanih za Hemiju, organizacija diskusija), *Likovne kulture* (izrada postera ili prezentacija), *Informatike* (izrada postera ili prezentacija upotrebom računara, primjena različitih aplikacija i softvera), *nastavom stranih jezika* (traganje zainteresiranih učenika/ca za materijalima na drugim jezicima). Pored toga, međupredmetna povezanosti primjetna je i sa drugim prirodnim naukama (*Fizika*, *Biologija*), koje također izučavaju neke od ovih sadržaja i u svojim nastavnim programima, te sa nastavom *Matematike* (različiti proračuni).

## **3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Istraživanjem o različitim temama (npr. o razvoju hemije kao nauke, o različitim teorijama, pronalasku hemijskih elemenata) učenici/ce se uče kako istraživati i kako učiti. Izlaganjem vlastitih radova učenici/ce se uče kako preuzeti odgovornost za rezultate svojih istraživanja (eksperimentalnih ili literaturnih), razvijaju

vlastite stavove o određenoj problematici, samopouzdanje pri izlaganju. Pored toga, kao i kod drugih nastavnih sadržaja, razvija se svijest učenika/ca o povezanosti nauka i naučnih disciplina, o potrebi primjene znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesionalnim opredjeljenjima, kao i potreba za cjeloživotnim učenjem uslijed konstantnog napretka nauke. Izvođenjem eksperimenata i obradom dobivenih podataka te njihovom usporedbom s literaturnim vrijednostima razvija se kritičko procjenjivanje vlastitih rezultata, uočavanje greški i razvijanje stavova o potrebi što preciznijeg mjerenja.

## Sve oblasti

### .I.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

## KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u prvom razredu.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

\* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obvezno ostvaruje u 1. ili 2. razredu

\*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika/ca i odgojno-obrazovnim ishodima za 1. razred

\*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimentalnim radom.

\*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom

\*\*\*\*\* Prezentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

## ► Srednje ► II.

### Godine učenja i podučavanja predmeta: 4

## C

### Struktura tvari i energija

#### C.II.1

Učenik/ca analizira kinetiku hemijskih reakcija i procjenjuje njenu važnost u hemijskoj industriji i živim sistemima.

Učenik/ca povezuje brzinu trošenja reaktanta ili brzinu nastajanja produkta s brzinom reakcije.

Učenik/ca procjenjuje uticaj različitih faktora na brzinu hemijske reakcije.

Učenik/ca procjenjuje važnost katalizatora/enzima i inhibitora u hemijskoj industriji i biološkim sistemima.

### C.II.2

Učenik/ca analizira ravnotežu hemijskih reakcija i procjenjuje njenu važnost u hemijskoj industriji i živim sistemima.

Učenik/ca procjenjuje uticaj različitih faktora na hemijsku ravnotežu.

Učenik/ca predviđa uticaj dodavanja ili uklanjanja nekog od sudionika reakcije na smjer hemijske reakcije i ravnotežno stanje.

Učenik/ca predviđa uticaj pritiska i temperature na hemijsku ravnotežu i rastvorljivost gasova u vodi.

Učenik/ca istražuje neke ravnotežne hemijske reakcije u organizmu.

### C.II.3

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca grafički prikazuje ovisnost koncentracije učesnika reakcije o vremenu na osnovu odgovarajuće jednačine hemijske reakcije.

Učenik/ca izračunava prosječne brzine promjene reaktanata i produkata kao i prosječne brzine reakcija.

Učenik/ca izračunava vrijednost konstante ravnoteže na osnovu sastava ravnotežne reakcijske smjese i obrnuto.

## KLJUČNI SADRŽAJI

brzina hemijske reakcije i energija aktivacije; faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije; energija aktivacije; katalizatori i inhibitori; hemijska ravnoteža (ravnoteže u homogenim i heterogenim sistemima); hemijska ravnoteža u vodenim rastvorima elektrolita; ionski proizvod vode i pH vrijednost; konstanta disocijacije kiselina i baza; hidroliza soli; produkt rastvorljivosti;

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Kinetika hemijskih reakcija izuzetno je važna oblast hemije koja bi se trebala izučavati, u skladu sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca, na svim nivoima obrazovanja. Eksperimenti, posebno laboratorijski, su bitan alat kod usvajanja znanja o različitim faktorima koji utiču na hemijsku reakciju. Stalno istraživanje najpovoljnijih uvjeta u kojima se odvija neka hemijska reakcija u hemijskoj industriji, i u kojima daje najviše prinosa željenog produkta oslikava važnost primjene ovog znanja. Pored toga, na razumijevanju kinetike hemijskih reakcija zasniva se i istraživanje različitih metaboličkih procesa, istraživanje primjene različitih lijekova, napredovanja bolesti itd.

Ravnoteža hemijskih reakcija je izuzetno važan, a istovremeno i zahtjevan pojam za poučavanje. Zbog njegove važnosti i činjenice da se kod većine hemijskih reakcija uspostavlja ravnoteža, njegovom poučavanju je potrebno posvetiti dovoljno vremena kako bi ga učenici/ce razumjeli. Istraživanja su pokazala da se učeničke teškoće razumijevanja hemijske ravnoteže odnose na njenu percepciju kao statične pojave, ili kao stanja u kojem su količine produkata i reaktanata izjednačene. Izuzetno je važno da učenici/ce razumiju da se u stanju ravnoteže hemijske reakcije i dalje odvijaju. Pojmove vezane za uspostavljanje ravnoteže (faktore koji na nju utječu, pojam reverzibilnih reakcija, konstanti ravnoteže) učenici/ce će tada lakše usvojiti.

Ovdje se mogu uvesti i teme iz historije hemije – prikaz istraživanja i značajnih naučnika koji su doprinijeli razumijevanju ravnotežnih procesa. Mnogobrojni resursi za nastavnike/ce i učenike/ce dostupni su na internetu (videa na YouTube, materijali na stranicama Američkog hemijskog društva (<https://www.chemedx.org/>), Kraljevskog hemijskog društva (<https://edu.rsc.org/resources/>), ali i na našim jezicima (npr. <https://edutorij.e-skole.hr/>).

Učenici/ce mogu izvesti eksperiment raspada natrij tiosulfata, te izračunati konstantu brzine reakcije i red reakcije. Reakcija između kalij permanganata u prahu i u kristalima sa glicerolom također može ilustrirati

utjecaj površine čestica na brzinu hemijske reakcije. Reakcija aluminijske folije sa rastvorima hloridne kiseline različitih koncentracija je jedan od mnogih eksperimenata kojima se demonstrira utjecaj koncentracije na brzinu hemijske reakcije. Ako škola baš nema uvjeta za izvođenje eksperimenata vezanih za brzinu hemijske reakcije, kinetika hemijske reakcije može se i simulirati ili prikazati video.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije kod poučavanja ovih pojmova ostvaruju se sa nastavom *matematike* (izrada stehiometrijskih zadataka vezanih za kinetiku i hemijsku ravnotežu), *Fizike* (primjena mjernih jedinica SI, pojam kinetike u mehanici), *Informatike* (izrada grafičkih prikaza pomoću računara, očitavanje podataka iz grafika), *Biologije* (kinetika hemijskih reakcija u živom organizmu, enzimi), *Historije* (značajni naučnici, njihov život i djelo), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje u okviru ove tematske cjeline razvija se kroz naglašavanje potrebe pridržavanja mjera opreza i sigurnosti prilikom izvođenja laboratorijskog rada, pri čemu nastavnik/ca svojim primjerom treba ilustrirati važnost pridržavanja ovih mjera. Kroz laboratorijski rad učenici/ce razvijaju osjećaj važnosti potkrepljivanja teorije rezultatima eksperimenata, razvijaju kritičko i kreativno mišljenje kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno neočekivane rezultate. Razvija se svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Kroz naglašavanje međupredmetne povezanosti i saradnju između nastavnika/ca u izradi učeničkih projekata, učenici/ce razvijaju svijest o povezanosti kako nastavnih predmeta, tako i potrebi primjene znanja iz različitih predmeta u cilju rješavanja zadataka i problema kako u nastavi tako i u svakodnevnom životu.

### C.II.4

Učenik/ca analizira proces elektrolize na primjerima.

Učenik/ca definiše elektrolizu, elektrolit i procese oksidacije i redukcije.

Učenik/ca analizira elektrolizni članak.

Učenik/ca opisuje procese koji se odvijaju na katodi i anodi.

Učenik/ca opisuje proces elektrolize taline i vodenog rastvora zadane soli.

Učenik/ca predviđa produkte elektrolize *talina* ispisujući polureakcije.

Učenik/ca navodi tehničku primjenu elektrolize.

### C.II.5

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenata s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca izračunava količine izdvojenih tvari na elektrodama pri elektrolizi.

Učenik/ca ispisuje reaktante i produkte koristeći elektrohemijski (Voltin) niz elemenata.

## KLJUČNI SADRŽAJI

elektroliti i neelektroliti; elektroliza, redoks procesi na elektrodama; Faradejevi zakoni elektrolize; korozija i zaštita od korozije; elektrodni potencijal i elektrohemijski niz elemenata.

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Elektrohemijski koncepti mogu predstavljati određenu teškoću za razumijevanje ako učenici/ce nemaju dovoljno relevantnog predznanja za ovu oblast. Prije uvođenja novih pojmova, nastavnicima se savjetuje provjeravanje usvojenog znanja, te razjašnjavanje eventualno nejasnih pojmova i miskoncepcija. Ovakav pristup može se činiti kao „gubitak vremena“ inače potrebnog za obradu novih pojmova, ali će učenicima/cama olakšati usvajanje gradiva, što će se pokazati korisnim kasnije. Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti su izuzetno korisni kako bi se učenici/ce lakše mogli prisjetiti ovih koncepata.

Na osnovu laboratorijskih eksperimenata reakcija različitih metala s vodenom otopinom hloridne kiseline iste koncentracije učenici/ce sami mogu poredati metale prema njihovoj reaktivnosti (intenzitetu izdvajanja mjehurića), što je korisno za razumijevanje elektrohemijskog niza metala. Učenici/ce trebaju razumjeti princip rada pretvaranja hemijske energije u električnu i trebaju znati opisati elektrolizni članak. Također, potrebno je da se vježbanjem usvoje pravila pisanja polureakcija na elektrodama. Često korišteni eksperiment elektrolize vodene otopine natrij hlorida je potencijalno opasan jer se na anodi izdvaja hlor (treba voditi računa o koncentraciji vodene otopine i provjetrenosti učionice); umjesto tog eksperimenta može se uraditi elektroliza vodene otopine bakarnog sulfata, pri čemu se bakar uočava na katodi. Elektroliza vode najčešće se izvodi u Hofmannovom aparatu s platinskim elektrodama, a mogu se koristiti i grafitne elektrode. Također, pojednostavljeni postupak elektrolize vode može se izvesti i dvjema grafitnim olovkama.

Korozija je ogroman tehnološki problem, a korozijski procesi baziraju se, uglavnom, na elektrohemiji. Znanje o koroziji je izuzetno korisno i primjenljivo, a sadržaji su pogodni za izradu učeničkih projekata.

Ovdje se mogu uvesti i teme iz historije hemije – npr. život i djelo Michaela Faradaya. Mnogobrojni resursi za nastavnike/ce i učenike/ce dostupni su na internetu (videi na YouTube, materijali na stranicama Američkog hemijskog društva (<https://www.chemedx.org/>), Kraljevskog hemijskog društva (<https://edu.rsc.org/resources/>), ali i na našim jezicima (npr. <https://edutorij.e-skole.hr/>).

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije mogu se ostvariti sa nastavom *Fizike*, koja, također, proučava elektrohemijske procese i njihovu primjenu, potom sa nastavom *Matematike* (izračunavanje elektromotorne sile, pisanje jednadžbi hemijskih reakcija), *Informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *Historije* (historijski razvoj elektrohemije, značajni naučnici, njihov život i djelo), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti zahtijevaju da se posebna pažnja obrati na sigurnost i poštivanje mjera opreza, kako kod nastavnika/ca, tako i kod učenika/ca. Time se razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite (*safety skills*) i u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji, kako u cilju vlastite zaštite, tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata, svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također se razvija sposobnost kritičkog i kreativnog razmišljanja kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno neočekivane rezultate. Kroz naglašavanje međupredmetne povezanosti i saradnje između nastavnika/ca u izradi učeničkih projekata, učenici/ce razvijaju svijest o povezanosti kako nastavnih predmeta, tako i potrebi primjene znanja iz različitih predmeta u cilju rješavanja zadataka i problema u nastavi i u svakodnevnom životu.

## B

### Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.II.1

Učenik/ca argumentuje važnost analitičke hemije u svakodnevnom životu.

Učenik/ca objašnjava ulogu analitičke hemije u savremenom načinu života.

Učenik/ca povezuje analitičku hemiju sa drugim granama hemije.

Učenik/ca analizira značaj analize u savremenoj dijagnostici.

#### B.II.2

Učenik/ca istražuje tvari primjenom kvalitativne i kvantitativne hemijske analize.

Učenik/ca objašnjava metode uzorkovanja, reprezentativni uzorak za analizu i prevođenje uzoraka u rastvor.

Učenik/ca objašnjava principklasifikacije kationa i aniona u analitičke grupe.

Učenik/ca prikazuje ionske jednačine za dokazivanje kationa i aniona.

Učenik/ca objašnjava postupke u gravimetrijskoj i volumetrijskoj analizi.

#### B.II.3

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca objašnjava izračunavanje u gravimetrijskoj i volumetrijskoj analizi i praktično ga primjenjuje.

Učenik/ca izračunava količinsku koncentraciju jake kiseline ili jake baze na osnovu rezultata titracije.

### KLJUČNI SADRŽAJI

metode uzorkovanja; kvalitativna analiza (karakteristične reakcije kationa i aniona); kvantitativna analiza (gravimetrija, volumetrija i fizičko-hemijske metode); stehiometrijska izračunavanja.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Hemijska analiza koristi se u forenzici, medicini, u ispitivanju sadržaja različitih tvari u svim sferama okoline (tlo, voda, zrak), u cilju ispitivanja kvalitete hrane, različitih sirovina i gotovih proizvoda, goriva, u hemijskoj industriji. Međutim, i najbolje analitičke metode su beskorisne ako uzorak ispitivanog materijala nije uzet na odgovarajući način. Učenici/ce se kroz primjere iz prakse trebaju upoznati s važnošću reprezentativnosti uzorka, te s problemom velikog i malog uzorka (uzorak uglja iz rudnika, uzorci tkiva u forenzici). Hemijska analiza u srednjoj školi uključuje dokazivanje odabranih kationa (npr.  $Pb^{2+}$ ), aniona ( $SO_4^{2-}$ ), njihovo svrstavanje u analitičke grupe na osnovu grupnog reagensa. Dovoljno je obraditi samo visoko selektivne analitičke reagense i reakcije. Na navedenome se temelji učenje gradiva o kiselinama, bazama, solima, te redoks reakcijama. Hemijska analiza također omogućava učenicima/cama da razviju vještine rukovanja osnovnim laboratorijskim priborom i posuđem, vještine promatranja i uočavanja promjena. Teškoće s kojima se učenici/ce susreću prilikom učenja ovih sadržaja vezani su za nemogućnost povezivanja praktičnog rada sa teorijskim sadržajima koje uče. Pored toga, nerijetko su preopterećeni različitim zadacima u okviru praktičnog rada (čitanje uputa, izvođenje praktičnog rada, uočavanje promjena, zapisivanje rezultata, planiranje narednih koraka), što može izazvati kognitivno preopterećenje. Zbog toga se taj rad nerijetko svede na slijepo slijeđenje zadanih uputa.



S obzirom da se kationi najčešće identificiraju tako što s određenim reagensima daju taloge, koje je lakše uočiti, obično se polazi od reakcija na katione. Anioni se često dokazuju reakcijama u kojima nastaju gasovi, pa se stoga oni rade kasnije. Ovi sadržaji zahtijevaju visok udio praktičnog rada, ali se učenici/ce trebaju poticati i na razmišljanje, a ne samo na mehaničko izvođenje eksperimenta (npr. zašto se lakmus papir navlaži prije nego se njime ispituje kiselost/bazičnost rastvora, zašto su dovoljne male količine nepoznate tvari i reagensa, zašto se obično koriste rastvori nepoznate tvari a ne čvrsta tvar, ...).

Kvalitativna i kvantitativna analiza mogu se kombinirati tako da se učenicima/cama zada smjesa dviju soli, npr. kalcij karbonat i kalcij hlorid; njihov zadatak je predložiti način određivanja zajedničkog kationa i dva aniona (kvalitativna analiza), te izračunati maseni udio ovih dviju soli u uzorku (kvantitativna analiza, određivanje sulfata). Od volumetrijskih metoda dovoljna je kiselinsko-bazna titracija jake kiseline i jake baze (rastvori hloridne i sulfatne kiseline, te natrij-hidroksida, a u cilju razumijevanja i primjenjivanja stehiometrijskih odnosa reaktanata u izračunavanju).

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije kod poučavanja ovih pojmova ostvaruju se sa nastavom *Matematike* (izrada stehiometrijskih zadataka vezanih za količinu tvari, pisanje hemijskih reakcija), *fizike* (primjena mjernih jedinica SI), *Informatike* (izrada grafičkih prikaza pomoću računara, očitavanje podataka iz grafika), *Biologije* (kationi i anioni u živom organizmu), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Obradom ovih nastavnih sadržaja učenici/ce razvijaju vještine rukovanja laboratorijskim priborom i posuđem, primjenjuju pravila rada u laboratoriji i pridržavaju se mjera opreza, a te navike poslije primjenjuju i u drugim aktivnostima. Potiče se kritičko i kreativno razmišljanje uključivanjem u rješavanje problema. Kroz primjenu analitičkih metoda u stvarnim i hipotetičkim situacijama kod učenika/ca se stvara osjećaj za zastupljenost hemije u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji. Kod učenika/ca se razvija i briga o okolini, svijest o značaju odlaganja produkata eksperimenata na odgovarajući način, kao i svijest o izvođenju eksperimenta u manjim količinama kako bi se smanjile količine otpada.

### B.II.4

Učenik/ca utvrđuje osobine, sastav i vrstu tvari.

Učenik/ca navodi opće osobine, dobijanje i primjenu: alkalnih i zemnoalkalnih metala, elemenata 13. 14. 15. 16. i 17. grupe Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca objašnjava osobine, postupke dobijanja i primjenu tehnički važnih metala (željezo, aluminij, bakar).

Učenik/ca objašnjava osobine, postupke dobijanja i upotrebu važnijih nemetala (vodik, kisik, azot, hlor, sumpor).

### B.II.5

Učenik/ca povezuje građu i osobine elementarnih tvari s njihovim položajem u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca primjenjuje zakon periodičnosti (promjena elektronegativnosti, metalnih i nemetalnih osobina, atomski radijus, energiju jonizacije) unutar periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca upoređuje fizičko-hemijske osobine metala i nemetala.

Učenik/ca povezuje kristalnu strukturu metala i metalnu vezu sa osobinama metala i njihovom praktičnom primjenom.

**B.II.6**

Učenik/ca analizira hemijske promjene metala i nemetala.

Učenik/ca analizira reakcije dobivanja: željeza, bakra, cinka, alkalnih i zemnoalkalnih metala, pojedinih elemenata 13. 14. 15. 16. i 17. grupe Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca prikazuje reakcije dobivanja metala i nemetala uz pomoć odgovarajućih hemijskih jednačina.

**B.II.7**

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca izvodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija anorganskih spojeva.

Učenik/ca utvrđuje limitirajući reaktant i reaktant u višku.

**B.II.8**

Učenik/ca utvrđuje važnost tehnoloških procesa i njihov uticaj na održivi razvoj.

Učenik/ca potkrepljuje dokazima pretjeranu eksploataciju prirodnih resursa i predlaže mjere unapređenja zaštite životne sredine.

Učenik/ca objašnjava pojmove tehnologije i metalurgije.

Učenik/ca procjenjuje efikasnost industrijskih procesa koristeći principe zelene hemije.

Učenik/ca procjenjuje recikliranje materijala iz ekonomske, društvene i ekološke perspektive.

Učenik/ca analizira štetno djelovanje anorganskih spojeva na čovjekovo zdravlje i okolinu.

**KLJUČNI SADRŽAJI**

nalazišta, dobivanje, osobine i spojevi elemenata: 1. grupe PSE – litij (Li), natrij (Na), kalij (K); 2. grupe PSE – magnezij (Mg), kalcij (Ca); 13. grupe PSE - aluminij (Al); 14. grupe PSE - ugljik (C) modifikacije i spojevi; silicij (Si) – poluprovodnici, silikati, silikoni; 15. grupe PSE - azot (N), fosfor (P); 16 grupe PSE - kisik (O) oksidi i voda; zrak, ozon, fotohemijski smog, efekt staklenika, sumpor (S); bakar (Cu) i legure bakra; željezo (Fe); korozija i zaštita od korozije; olovo (Pb) i cink (Zn) i spojevi; vodik (H) i izotopi vodika; 17. grupe PSE - halogeni elementi, hlor (Cl) – hloridna kiselina, hloridi; prirodna i vještačka radioaktivnost; kisele kiše; hemijska tehnologija; održivi razvoj; zelena hemija; stehiometrijska izračunavanja.

**PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA****1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice**

Kako učenici/ce stječu sve više prakse u laboratorijskom radu, tako im se može postupno omogućavati izvođenje većeg broja praktičnih vježbi. Učenicima/cama je potrebno naglasiti da sve više sami trebaju raditi na sticanju znanja i razvoju sposobnosti, odnosno da se trebaju osposobljavati za samostalno učenje, jer činjenice i naučene definicije sve brže zastarijevaju, a sve veću važnost ima kontinuirano sticanje znanja i cjeloživotno učenje. Nastavnici/e su kompetentni procijeniti koje eksperimente učenici/ce mogu izvesti, imajući u vidu opremljenost škole i psihofizički uzrast učenika/ca.

Prije poučavanja gradiva o metalima i nemetalima, s učenicima je potrebno ponoviti pravila pisanja elektronske konfiguracije, građa atoma i Periodni sistem elemenata. Nije potrebno tražiti od učenika/ca pisanje elektronskih konfiguracija atoma lantanoida i aktinoida, važni su prijelazni elementi četvrte periode.

Nastava anorganske hemije učenicima/cama se može učiniti zanimljivijom tako što će se na svakom nastavnom satu „najaviti“ nova nastavna tema, npr. *alkalni metali*, te izabrati dva učenika/ce kojima će se zadati zadaća da obrade ove sadržaje s naglaskom na interdisciplinarni pristup (npr. mogu se osvrnuti na Na-K pumpu, manjak kalija u organizmu uslijed terapije diureticima, povećanje krvnog pritiska kod prehrane bogate natrij kloridom). Za kvalitetnu pripremu nije dovoljno sedam dana, pa je potrebno teme dati dovoljno unaprijed kako bi se učenici/ce mogli kvalitetno pripremiti za diskusiju. Kod obrade elemenata druge grupe Periodnog sistema elemenata, učenici/ce se trebaju pripremiti za diskusiju o ulozi kalcija u organizmu, strukturi kostiju i zuba, osteoporozi; zastupljenosti krečnjaka i dolomita u planinskim masivima. Sličan način rada može se primijeniti i kod obrade sadržaja o drugim grupama Periodnog sistema elemenata. Jako je važno kod učenika/ca razvijati samostalnost u radu i sposobnost za timski rad, te kritičko razmišljanje i procjenjivanje dobivenih informacija. Znanje koje će učenici/ce steći vlastitim radom puno je korisnije od slušanja izlaganja nastavnika/ce, u suštini, nije bitno znaju li učenici/ce neke činjenice napamet, nego trebaju razviti sposobnost pronalaženja podataka potrebnih u datom trenutku, kao i sistematskog izlaganja na zadanu temu uz pravilnu upotrebu hemijske nomenklature.

Učenik treba dobro poznavati one hemijske elemente i spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju. Kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

Učenici/ce bi trebali diskutovati međusobno o prednostima i nedostacima tehnoloških postrojenja, očuvanju i zaštiti životne okoline i koje su to prednosti programa reciklaže otpadnog materijala.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost može se ostvariti s nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (pretraživanje informacija dostupnih na Internetu, prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, pridržavanje mjera opreza), *Biologije* (briga o okolišu, efekt staklenika, kisele kiše), *Geografije* (nalazišta hemijskih elemenata i spojeva u prirodi) *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes za njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

### Sve oblasti

#### .II.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

## KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u drugom razredu.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

\* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obvezno ostvaruje u 1. ili 2. razredu

\*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika/ca i odgojno-obrazovnim ishodima za 2. razred

\*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimentalnim radom.

\*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom

\*\*\*\*\* Prezentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

### ► Srednje ► III.

## Godine učenja i podučavanja predmeta: 5

## D

### Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

#### D.III.1

Učenik/ca analizira klase organskih spojeva i njihove osobine.

Učenik/ca navodi funkcionalne grupe za odabrane klase organskih spojeva (ugljikovodici, organski spojevi sa kisikom i azotom).

Učenik/ca imenuje organske spojeve prema IUPAC nomenklaturi uz osvrt na trivijalne nazive organskih spojeva koji su u upotrebi u svakodnevnom životu.

Učenik/ca upoređuje različite klase organskih spojeva po hemijskom sastavu, strukturi, nomenklaturi i osobinama.

Učenik/ca prikazuje molekule organskih spojeva ispisujući molekulsku, strukturnu, racionalnu i kondenzovanu formulu spojeva na osnovu imena spoja i obrnuto.

Učenik/ca identifikuje vrste izomerije ilustrujući strukturne formule organskih izomera.

Učenik/ca prikazuje različitim modelima građu organskih spojeva.

Učenik/ca objašnjava sličnosti i razlike u fizičkim i hemijskim osobinama unutar klase organskih spojeva i povezuje ih sa strukturom njihovih molekula i međumolekulskim interakcijama.

Učenik/ca objašnjava pojam elementarne analize i njenu primjenu pri određivanju formule spoja.

### D.III.2

Učenik/ca analizira i objašnjava reaktivnost organskih spojeva primjenjujući hemijsku simboliku.

Učenik/ca predstavlja dobivanje organskih spojeva kroz hemijske reakcije s osvrtom na one koji imaju primjenu u svakodnevnom životu.

Učenik/ca objašnjava pojmove elektrofil, nukleofil, slobodni radikal ilustrujući primjerima.

Učenik/ca objašnjava homolitičko i heterolitičko cijepanje kovalentne veze.

Učenik/ca analizira i piše jednačine hemijskih reakcija na osnovu strukture molekula (reakcije adicije, supstitucije, eliminacije, oksidacije, redukcije, kondenzacije, esterifikacije, polimerizacije itd, ...).

### D.III.3

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu organskih tvari i njihov uticaj na okolinu.

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu organskih spojeva koji se koriste svakodnevno te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

Učenik/ca istražuje uticaj pesticida (npr. lindan, DDT, organofosforni spojevi) i halogeniranih organskih spojeva na čovjeka i okolinu.

Učenik/ca predlaže mogućnosti smanjenja upotrebe organskih spojeva koji su štetni za čovjeka i životu okolinu.

Učenik/ca analizira posljedice korištenja fosilnih goriva procjenjujući njihov uticaj na održivi razvoj.

Učenik/ca predlaže modele za racionalno korištenje i uštedu neobnovljivih izvora energije.

### D.III.4

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi ekperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca provodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija organskih spojeva.

### D.III.5

Učenik/ca utvrđuje važnost tehnoloških procesa i upotrebe organskih tvari i njihov uticaj na okolinu.

Učenik/ca argumentuje pretjeranu eksploataciju prirodnih resursa (npr. fosilnih goriva) i predlaže mjere unapređenja zaštite životne sredine.

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu organskih spojeva koji se koriste svakodnevno te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

Učenik/ca istražuje uticaj pesticida (npr. lindan, DDT, organofosforni spojevi) i halogeniranih organskih spojeva na čovjeka i okolinu.

Učenik/ca predlaže mogućnosti smanjenja upotrebe organskih spojeva koji su štetni za čovjeka i okolinu.

Učenik/ca procjenjuje efikasnost industrijskih procesa koristeći principe zelene hemije.

Učenik/ca procjenjuje recikliranje materijala iz ekonomske, društvene i ekološke perspektive.

## KLJUČNI SADRŽAJI

hemijska veza u organskim spojevima i struktura organskih molekula; organski spojevi-alifatski, ciklični i aromatski ugljikovodici, spojevi sa kisikom, azotom i halogenim elementima, (strukturne karakteristike, trodimenzionalan izgled, nomenklatura, fizičke osobine i reaktivnost, glavni predstavnici, eventualna rasprostranjenost u prirodi, dobivanje; reakcije organskih spojeva: supstitucija, adicija, eliminacija, kondenzacija, esterifikacija..., upotreba u industriji, medicini, svakodnevnom životu, eventualne opasnosti i koristi organskih spojeva); organski polimeri; heterociklični spojevi; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Organska hemija vrlo je važna grana hemije, zbog rasprostranjenosti organskih spojeva u prirodi. Organski spojevi su svuda oko nas. Mnogi savremeni materijali barem su djelomično sastavljeni od organskih spojeva. Organska hemija je temelj biohemije, biotehnologije i medicine.

Miskonceptije o pojmovima iz organske hemije nisu u velikoj mjeri dokumentirane kao u slučaju drugih oblasti, ali je poznato da učenici/ce teškoće najviše imaju s razumijevanjem organske hemije kao posebnog dijela hemije, te s nomenklaturom organskih spojeva koja slijedi striktna međunarodna pravila. Učenicima/cama je potrebno razjasniti specifičnosti organske hemije u odnosu na druge hemijske discipline – u tome može pomoći historijski razvoj organske hemije i porijeklo njenog imena – ali je potrebno i naglasiti da je organska hemija neodvojiv i integralni dio cjelokupne hemijske nauke, te svi glavni hemijski zakoni i koncepti važe i ovdje. Sistematska imena se ne upotrebljavaju uvijek, te je učenicima/cama potrebno pomoći da shvate osnovna pravila nomenklature i da uvide da mnogi organski spojevi imaju iste prefikse i sufikse.

S učenicima/cama je potrebno obraditi strukturnu izomeriju, cis-trans izomeriju i enantiomeriju. Proučavajući reakcije karakteristične za određene grupe organskih spojeva, učenici/ce će moći predložiti neke hemijske metode za razlikovanje različitih funkcionalnih grupa i identificiranje nepoznatih ugljikovih spojeva. Objašnjenje reakcija organskih spojeva preko reakcijskih mehanizama na ovom nivou se ne očekuje.

Uvriježeno je mišljenje da je u nastavi organske hemije nemoguće izvoditi eksperimente, jer organske hemijske reakcije dugo traju, aparature su komplikovane, organski spojevi neugodno mirišu itd. U nastavi organske hemije mogu se izvoditi jednostavni grupni eksperimenti, koje su možda već vidjeli ili izveli u osnovnoj školi. Na ovom nivou obrazovanja isti će eksperiment posmatrati sa više razumijevanja.

U ovoj se temi razmatraju važne organske tvari poput aspirina, deterdženata, najlona i poliestera, a učenici/ce bi trebali biti u stanju prepoznati strukture tih tvari. Pored toga, učenici/ce bi trebali prepoznati da su najlon i poliesteri kondenzacijski polimeri i napisati hemijske jednačine za njihovo nastajanje.

Pri obradi nastavnih sadržaja hemije najbolje je primijeniti grupni oblik rada i blok-čas. Nastavu hemije treba organizovati tako da do izražaja dođu učeničke sposobnosti.

Od pukog pisanja formula važnije je da učenici/ce saznaju kako hemičari određuju strukturu neke molekule. Nekada su hemičari provodili niz hemijskih reakcija i na osnovu njih zaključivali o strukturi molekula istraživanog spoja. Od učenika/ca se očekuje razumijevanje osnova instrumentalnih metoda, te ograničenosti konvencionalnih načina identifikacije hemijskih spojeva. Na ovom nivou učenja hemije ne očekuje se detaljno poznavanje principa ili načina rada instrumenata.

Eksperimenti koji se mogu izvesti u sklopu ove oblasti su: dokazivanje prisustva dvostruke veze odnosno prisustva spoja koji se može oksidirati (reakcija sa  $\text{KMnO}_4$ ), alkotest, Fehlingova i Tollensova reakcija na aldehide, rastvaranje metala u metanskoj i etanskoj kiselini, dokazivanje azota u urei, i brojni drugi, što svakako ovisi o opremljenosti škole. Ukoliko škola nije opremljena sa odgovarajućom opremom i priborom, u svrhu približavanja organske hemije učenicima/cama, nastavnici mogu koristiti različita videa ili simulacije koje se mogu naći na internetu (<http://www.edutorij.e-skole.hr>; khan akademija, youtube itd...).

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Preporučuje se učenicima/cama naglasiti poveznice s drugim nastavnim predmetima: *Historijom* (historijski razvoj organske hemije i uloga pojedinih produkata organske hemijske industrije nekad i danas), *Matematikom* (različita izračunavanja i rješavanje stehiometrijskih zadataka), *Informatikom* (obrada eksperimentalnih podataka upotrebom računara, primjena različitih aplikacija za nastavu organske hemije, npr. ChemDraw, Avogadro, virtualni hemijski laboratorij), *Biologijom* (heterociklični spojevi).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje ogleda se kroz razvijanje svijesti kod učenika/ca o važnosti organske hemije u svakodnevnom životu i u industrijskim procesima, organske sinteze u proizvodnji farmaceutskih preparata, te u vezi s tim, svijesti o interdisciplinarnoj povezanosti sadržaja iz organske hemije s mnogobrojnim aspektima svakodnevnog života. Učenici/ce trebaju shvatiti važnost pridržavanja mjera opreza prilikom rada u laboratoriju i u industrijskim pogonima. Od velikog je značaja je da postanu svjesni uticaja organske hemije i potrebe cjeloživotnog učenja u kontekstu organske hemije, a u cilju donošenja odluka baziranih na činjenicama i eksperimentalnim rezultatima.

### Sve oblasti

#### .III.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše složenije istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

### KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u trećem razredu.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

\* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obvezno ostvaruje u 3. ili 4. razredu

\*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika/ca i odgojno-obrazovnim ishodima za 3. razred

\*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimentalnim radom.

\*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom

\*\*\*\*\* Prezentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.



D

Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

D.IV.1

Učenik/ca objašnjava osobine, sastav i klase odabranih biomolekula primjenjujući hemijsku simboliku i terminologiju.

Učenik/ca navodi primjere biomolekula koji omogućavaju odvijanje procesa u živim organizmima (ugljikohidrati, lipidi, proteini, enzimi, nukleinske kiseline, vitamini itd.).

Učenik/ca objašnjava sličnosti i razlike u fizičkim osobinama unutar klasa biomolekula spojeva i povezuje ih sa strukturom njihovih molekula i međumolekulskim interakcijama.

Učenik/ca povezuje strukturu biomolekula sa osobinama i funkcijom u metaboličkim procesima.

Učenik/ca upoređuje različite vrste biomolekula po sastavu, strukturi, osobinama i nomenklaturi uz osvrt na trivijalne nazive.

Učenik/ca identifikuje vrste izomerije ilustrujući strukturne formule biološki važnih organskih izomera.

Učenik/ca povezuje djelovanje odabranih lijekova (aspirin, pencilin) s njihovom strukturom.

Učenik/ca prikazuje strukturnim formulama molekule osnovnih biomolekula.

D.IV.2

Učenik/ca analizira hemijske promjene odabranih biomolekula.

Učenik/ca analizira hemijske promjene unutar svake klase biomolekula.

Učenik/ca analizira biohemijske procese i funkcionalno ih razlučuje.

Učenik/ca analizira proces fotosinteze i njene glavne faze.

D.IV.3

Učenik/ca objašnjava hemijsku reaktivnost prema funkcionalnim grupama

Učenik/ca navodi tipove reakcija biomolekula na osnovu poznavanja strukture molekula.

Učenik/ca razlikuje karakteristične reakcije za dokazivanje biomolekula.

D.IV.4

Učenik/ca ispituje pretvaranje energije tokom biohemijskih reakcija.

Učenik/ca objašnjava hemizam djelovanja enzima u organizmu (energija aktivacije).

Učenik/ca objašnjava ulogu enzima u živim sistemima i uticaj različitih faktora na njihovu aktivnost (temperatura, pH, dodatak iona teških metala, kofaktori i koenzimi, inhibitori).

Učenik/ca analizira ravnotežu biohemijskih reakcija ( $\Delta G$ ).

Učenik/ca predviđa energijske promjene tokom biohemijskih reakcija na odabranom primjeru (ADP, ATP, NADH).

**D.IV.5**

Učenik/ca objašnjava uslove ravnoteže u prirodnim sistemima, te ukazuje na uzroke i posljedice poremećaja ravnoteže.

Učenik/ca objašnjava važnost stalnog protoka energije u živim sistemima.

Učenik/ca prepoznaje osnovne fizičko-hemijske zakone i principe u biološkim procesima.

Učenik/ca identifikuje ključne reakcije koje određuju brzinu metaboličkih procesa.

Učenik/ca povezuje mehanizam enzimske kinetike i regulacijska osobine enzima.

**D.IV.6**

Učenik/ca analizira prirodne sisteme kao funkcionalnu i strukturnu cjelinu, kao i njihovu povezanost i ovisnost.

Učenik/ca analizira osnovne homeostatske mehanizme koji omogućavaju funkcionisanje organizma.

Učenik/ca uočava zakonitost međudjelovanja čestica i složenih sistema (atoma, molekula, dijelova stanica, tkiva, organa i organizama) prirodnih sistema.

**D.IV.7**

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca provodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija biomolekula.

**D.IV.8**

Učenik/ca analizira primjenu biotehnologije u različitim sferama života.

Učenik/ca navodi primjere primjene biotehnologije (u medicini, poljoprivredi, zaštiti okoline; proizvodnja hemikalija).

Učenik/ca istražuje tradicionalne biotehnoške tehnike koje se koriste u prehrambenoj industriji (fermentacija).

Učenik/ca istražuje biotehnoške metode koje se koriste u zdravstvenom i poljoprivrednom sektoru.

**KLJUČNI SADRŽAJI**

ugljikohidrati (monosaharidi, disaharidi, polisaharidi); stereoizomerija; masti i ulja; sapuni i deterdženti; voskovi; fosfolipidi; steroidi; aminokiseline; peptidi; proteini; enzimi; alkaloidi; nukleinske kiseline; organske reakcije u živim organizmima; fotosinteza; strukturne jedinice nukleinskih kiselina; primarna i sekundarna struktura DNA; transkripcija genetičke informacije; fotosinteza; osnovni pojmovi metabolizma (anabolizam, katabolizam, prijenosnici elektrona, koenzim A, glikoliza, ciklus limunske kiseline, metabolizam masnih kiselina, razgradnja aminokiselina); hormoni; vitamini i minerali u prehrani; farmaceutska industrija; spoj kao lijek i otrov; sedativi (npr. talidomid), antipiretici (npr. acetilsalicilna kiselina), antibiotici (npr. penicilin, azitromicin), citostatici (npr. cisplatin); biotehnologija i njene mogućnosti; fermentacija; korištenje genetskog inženjeringa u biotehnologiji; zamjena klasičnih tehnoloških postupaka biotehnoškim postupcima; stehiometrijska izračunavanja.

**1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice**

Učenici/ce u osnovnoj školi uče osnovne biomolekule, dok se u srednjoj školi detaljnije obrađuje ova tematika: uloga, sastav, struktura i reaktivnost. Preduvjet za razumijevanje ovih sadržaja jeste predznanje iz opće i organske hemije, a zbog njihove neodvojive povezanosti. Učenici/ce uglavnom nemaju problema prilikom usvajanja ovih nastavnih sadržaja. Sadržaje treba povezivati s gradivom iz predmeta Biologija. Od ključnog je značaja poticati učenike/ce na izvođenje eksperimenata, interpretaciju rezultata eksperimenata i na donošenje zaključaka, kako bi se izbjeglo puko memoriranje sadržaja.

Kad se govori o masnim kiselinama, treba naglasiti da sve prirodne masne kiseline imaju paran broj ugljikovih atoma, te da molekule nezasićenih masnih kiselina mogu imati cis i trans formu. Učenici/ce ne trebaju znati hemijske formule masnih kiselina, niti na kojem se ugljikovom atomu nalazi dvostruka veza. Dobro bi bilo da shvate da su masti i ulja po hemijskom sastavu esteri, te da različite masti sadrže različite masne kiseline. Ne treba inzistirati na strukturnim formulama, ali učenici/ce trebaju znati način formiranja esterske veze između glicerola i masnih kiselina. Korisno je da učenici/ce nauče da su masti i ulja zapaljivi i da su podložni kvarenju (užeglost). Ovdje se mogu podsjetiti uticaja temperature na brzinu hemijske reakcije.

Učenici/ce bi trebali znati napisati hemijske formule alanina i glicina kao najjednostavnijih aminokiselina. Peptidna veza se treba objasniti shematski te naglasiti važnost sekvencije (redoslijeda) aminokiselina. Bitne osobine proteina mogu se pokazati na primjeru hemoglobina. Može se obraditi i raširena upotreba zaslađivača i njihova štetnost kod prečeste konzumacije.

Enzimi su zanimljiv nastavni sadržaj koji se može obraditi kroz učenička istraživanja. Može se ispitati uticaj pH, temperature, denaturacije na neki od enzima (katalaza, amilaza, ureaza).

Nastavni sadržaji vezani za nukleinske kiseline obrađuju se i u biologiji, te ih treba obraditi interdisciplinarno.

Učenike/ce treba upoznati s pojmovima katabolizam i anabolizam, osnovnim metaboličkim procesima u živom svijetu (fotosinteza, oksidativna fosforilacija, glikoliza, metabolizam masti) i povezati s pojmovima usvojenim na nastavi biologije u smislu mjesta održavanja metaboličkih procesa. Za navedeno se mogu koristiti razni online alati (simulacije i animacije). Također, učenici/ce trebaju shvatiti značaj vode za živi organizam, značaj održavanja pH vrijednosti i ulogu biološki značajnih pufera (bikarbonatni, fosfatni).

Kako bi se učenicima/cama pomoglo da bolje razumiju pretvaranje energije unutar organizma, može se od njih tražiti da nekoliko dana vode dnevnik i upisuju šta su sve hranom unijeli u svoj organizam. Učenici / ce bi trebali naučiti čitati deklaracije na prehrambenim proizvodima i objasniti ih sa biohemijskog aspekta. Hrana koja se ne iskoristi za proizvodnju energije skladišti se u organizmu u obliku masti; učenici/ce bi trebali ovo znanje primijeniti kada čitaju sastav prehrambenih proizvoda. S učenicima/cama se može diskutirati o tome zašto trebamo redovno jesti, koja vrsta hrane daje najviše energije organizmu, kako su povezane toplotna i mehanička energija. Preporučuju se i učeničke posjete pogonima prehrambene industrije.

Biotehnologija kao interdisciplinarna nauka podrazumijeva da za njeno uspješno poučavanje nastavnici, pored znanja iz hemije, trebaju poznavati osnovne koncepte biologije, fizike, nauke o okolini. Ova interdisciplinarnost zahtijeva spremnost na timski rad u multidisciplinarnim grupama koje imaju zajednički cilj. U okviru ove tematske cjeline potrebno je učenike/ce upoznati sa pojmovima biotehnologije, biokatalizatora kao i sa trendovima razvoja biotehnologije. S učenicima/cama treba diskutirati o problemu procjene eventualnih opasnosti u odnosu na koristi, posebno u biološkim istraživanjima i medicini. Potrebno je predstaviti i objasniti opću shemu bioprocasa (odabir sirovina ili supstrata) kako bi učenici/ce razumjeli na koji način se odvija svaki bioprocis.

U okviru biotehnologije, važno je predstaviti učenicima/cama i temeljne principe genetičkog inženjerstva u bioprocisima, genetički modificirane organizame (GMO), genetički modificirane biljke (soja, kukuruz, pšenica) i životinje. Za kvalitet nastave je također od ključnog značaja poticati učenike/ce da kombiniraju informacije i argumentiraju donesene zaključke usmenim i pisanim putem uz korištenje stručne

terminologije. Pomoću online alata učenici/ce mogu istraživati različite biotehnološke procese koje imaju vrlo rasprostranjenu primjenu (npr. procesi proizvodnje hemikalija biotehnološkim metodama).

U okviru ove tematske cjeline mogu se izvesti sljedeći eksperimenti: redukcijske osobine aldoza (Tollensova, Fehlingova, Benedictova reakcija), reakcija disaharida s Tollenšovim i Fehlingovim reagensom, hidroliza škroba (kiselinom ili djelovanjem hormona pankreasa), reakcija ninhidrina s aminokiselinama, ispitivanje mehaničkih osobina polietilenske folije.

Nastavnik je kompetentan sam procijeniti koje eksperimente može izvesti. Preporučuje se izvesti i one eksperimente planirane za osnovnu školu, a koje učenici nisu imali prilike vidjeti/izvesti u osnovnoj školi. Ukoliko škola nije opremljena sa odgovarajućim priborom i hemikalijama preporučuje se korištenje internetskih izvora u vidu simulacija, videa, tutorijala itd.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Moguće su korelacije sa predmetima *Fizika* (npr. površinska napetost kod sapuna i deterdženata, oblici energije u organizmu i načini pretvaranja), *Biologija* (nukleinske kiseline, biohemijske reakcije u živim organizmima, biokatalizatori, bioproces, genetički modificirani organizmi, bioenergenti, biomasa), *Tjelesni i zdravstveni odgoj* (energetska vrijednost hrane i zdrave prehrabene navike), *Matematika* (antropometrijska mjerenja, izračunavanje bazalnog metabolizma, izračunavanje nutritivnih vrijednosti namirnica), *Historija* (razvoj i uticaj biotehnologije u različitim etapama ljudskog razvoja), *Informatika* (analiza informacija dostupnih na internetu, izrada prezentacija, korištenje različitih aplikacija), *Etika* (etička razmatranja o prednostima i potencijalnim zloupotrebama genetičkog inženjerstva).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Moguće je odgojno djelovati po pitanju važnosti organskih tvari u svakodnevnom životu. Ugljikohidrati, proteini, masti i ulja, vitamini veoma su bitni za život te je važno poznavati pravila unosa zdrave hrane u organizam u cilju očuvanja zdravlja. Ako se u organizam unose u većoj ili manjoj količini od preporučene, nastaju različiti zdravstveni problemi: gojaznost, dijabetes, hipertenzija, kardiovaskularna oboljenja. Znanje o biotehnologiji i njoj upotrebi kod većeg dijela javnosti na niskom nivou, te su ljudi stoga podložni informacijama iz medija, koje nisu uvijek pouzdane ni provjerene. Zbog toga je kod obrade ovih tema važno raditi na razvoju kritičkog procjenjivanja različitih izvora informacija. Učenici/ce trebaju naučiti kako razlikovati naučno dokazane činjenice i špekulacije. Pri tome je jako važno da nastavnik/ca naglasi da se brojne primjene biotehnologije još uvijek istražuju; nastavnik/ca treba imati svoj stav o određenim kontroverznim temama unutar biotehnologije (GMO), ali taj stav ne treba nametati učenicima/cama, nego omogućiti debatu i ponašati se kao nepristran izvor informacija za istu. Mogućnost primjene stečenih znanja iz ove oblasti ima potencijal da kod učenika/ca razvije interes za prirodne nauke, znatiželju, spremnost za donošenje odluka o vlastitoj ishrani i razumijevanje posljedica nepravilne ishrane. Pored toga, učenici/ce mogu uvidjeti povezanost hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama te razviti svijest o potrebi cjeloživotnog učenja i o značaju hemije za ljudsku civilizaciju.

## A

### Tvari

#### A.IV.1

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca rješava zadatke koristeći se matematičkim izrazima.

Učenik/ca rješava različite stehiometrijske zadatke kombinujući matematičke izraze.

Učenik/ca primjenjuje stehiometrijske odnose količine tvari na osnovu jednačina hemijskih reakcija anorganskih i organskih tvari.

Učenik/ca rješava zadane redoks reakcije.

## KLJUČNI SADRŽAJI

stehiometrijska izračunavanja (mjerene jedinice SI sistema, gasni zakoni, zakoni hemijskog spajanja, atomski i maseni broj, relativna atomska ( $A_r$ ) i molekulska masa ( $M_r$ ), količina tvari ( $n$ ), molarna masa ( $M$ ), broj jedinki ( $N$ ), molarna zapremina ( $V_m$ ), Avogadrov broj ( $N_A$ ), kvantni brojevi, koncentracije rastvora: količinska, masena, procentna, udio: maseni, zapreminski i količinski udio, razblaživanje, molalitet, izračunavanja na osnovu hemijskih jednačina, limitirajući faktor, redoks reakcije, pH rastvora, jonska koncentracija, proizvod rastvorljivosti, pH pufera, brzina hemijske reakcije, Le Šateljov princip, konstanta hemijske ravnoteže, konstanta ravnoteže elektrolita, napon pare rastvora, krioskopija i ebullioskopija).

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U 4. razredu srednjih tehničkih škola zdravstvene struke treba forsirati stehiometriju, kako bi učenici/ce bili što spremniji za upis na fakultet. Posebnu pažnju treba posvetiti "preradi" testova sa prijemnih ispita.

Izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija često predstavljaju problem učenicima/cama. Pored toga, algoritamsko rješavanje zadataka ne podrazumijeva konceptualno razumijevanje istih. Važno je ispitati eventualne učeničke miskonceptije, te ih imati na umu prilikom poučavanja.

Kod obrade nastavnih sadržaja vezanih za količinu tvari važno je da učenici/ce razumiju značenje pojma količina tvari, da povezuju količinu, masu i broj čestica, te kod gasova i molarni volumen. Kako bi učenici/ce razumjeli važnost jednačina hemijskih reakcija, potrebno je izvoditi eksperimente te koristiti submikroskopske prikaze.

Prilikom izrade zadataka važno je tražiti od učenika/ca ispravno pisanje svih matematičkih izraza i hemijskih jednačina anorganskih i organskih spojeva, korištenje SI sistema jedinica (pretvaranje mjernih jedinica) te naglasiti da u jednačinama obavezno treba naznačiti agregatno stanje reaktanata i produkata reakcije; Učenike/ce podsticati da redovno nose opremu i pribor za čas, kod izrade stehiometrijskih zadataka moraju imati digitron, te skretati pažnju učenicima/cama na pravilno korištenje istog, posebno kad su upitanju složenije matematičke operacije (logaritam, eksponent...).

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Kod obrade ovih nastavnih sadržaja može se napraviti poveznica sa nastavom *bosanskog jezika i književnosti*, *hrvatskog jezika i književnosti*, *srpskog jezika i književnosti* (usvajanje i utvrđivanje termina vezanih za Hemiju, organizacija diskusija), *informatike* (primjena različitih aplikacija i softvera), *nastavom stranih jezika* (traganje zainteresiranih učenika/ca za materijalima na drugim jezicima). Pored toga, međupredmetna povezanosti primjetna je i sa drugim prirodnim naukama (*fizika*, *biologija*), koje, također, izučavaju neke od ovih sadržaja i u svojim nastavnim programima, *fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI), te sa nastavom *matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, zaokruživanje).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o interdisciplinarnosti, odnosno povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju dasu znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes da njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

## Sve oblasti

### .IV.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše složenije istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

## KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u četvrtom razredu.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

\* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obvezno ostvaruje u 3. ili 4. razredu

\*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika/ca i odgojno-obrazovnim ishodima za 4. razred

\*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimentalnim radom.

\*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom

\*\*\*\*\* Prezentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

## Srednje obrazovanje – Hemija srednje škole jednogodišnji program

### ► Srednje ► I.

### Godine učenja i podučavanja predmeta: 3

## A

### Tvari

#### A.I.1

Učenik/ca analizira važnost hemije u svakodnevnom životu.

Učenik/ca objašnjava historijski razvoj hemije koristeći primjere iz historije hemije.

Učenik/ca objašnjava važnost hemije u svakodnevnom životu i određenim profesijama (npr. farmacija, poljoprivreda, šumarstvo, veterina, medicina).

Učenik/ca upoređuje hemiju sa drugim prirodnim naukama.

Učenik/ca identificira probleme koji mogu biti predmet istraživanja hemije.

**A.1.2**

Učenik/ca istražuje vrste tvari.

Učenik/ca objašnjava pojmove: tvar, hemijski element, hemijski spoj, homogena i heterogena smjesa.

Učenik/ca razlikuje čiste tvari i smjese na osnovu sastava.

Učenik/ca predlaže i provodi postupak razdvajanja tvari iz smjese na osnovu poznavanja hemijskog sastava smjese i osobina sastojaka.

Učenik/ca upoređuje tvari po sastavu, vrsti i osobinama.

**A.1.3**

Učenik/ca analizira građu tvari.

Učenik/ca opisuje hronološki saznanja o građi atoma i unaprijeđenja modela atoma.

Učenik/ca razlikuje pojmove: atomski i maseni broj, izotop, unificirana jedinica atomske mase, relativna atomska masa, relativna molekulska masa.

Učenik/ca prikazuje elektronsku konfiguraciju elemenata I, II i III periode.

Učenik/ca razlikuje električki neutralne čestice (atomi, molekule) od naelektrisanih čestica (ioni).

**A.1.4**

Učenik/ca analizira informacije sadržane u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca objašnjava raspored hemijskih elemenata u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca opisuje građu atoma hemijskog elementa na osnovu položaja u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca analizira osobine hemijskih elemenata kroz grupe i periode u Periodnom sistemu elemenata.

**A.1.5**

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav rastvora (maseni udio, masena i količinska koncentracija).

Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav smjese tvari.

Učenik/ca primjenjuje hemijski račun za pripremu rastvora određenog sastava razblaživanjem ili rastvaranjem čvrste tvari.

**A.1.6**

Učenik/ca analizira osobine oksida, kiselina, baza i soli.

Učenik/ca definira okside, kiseline, baze i soli.

Učenik/ca upoređuje kiseline, baze i soli po njihovom sastavu i osobinama.

Učenik/ca ispituje kiselobazne osobine tvari pomoću indikatora.

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida i soli te njihov uticaj na okolinu.

Učenik/ca prikazuje jednačinama hemijskih reakcija karakteristične reakcije kiselina, baza i soli.

**KLJUČNI SADRŽAJI**

hemija kao prirodna i eksperimentalna nauka; klasifikacija tvari; razlike između spoja i smjese; fizičke i hemijske osobine tvari; hemijski simboli i formule; građa atoma; masa atoma; atomski broj; maseni broj; izotopi; unificirana atomska jedinica mase ( $u$ ); relativna atomska ( $A_r$ ) i molekulska ( $M_r$ ) masa; elektronski



omotač; elektronska konfiguracija i osobine elemenata; Periodni sistem elemenata; ionska veza; kovalentna veza; metalna veza; mol i molarne veličine; disperzni sistemi; rastvori/rastvaranje; kiseline, baze i soli; kvantitativno izražavanje sastava rastvora i smjese; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Jedan od ciljeva praktičnog rada jeste razvijanje vještina rukovanja laboratorijskim posuđem, hemikalijama, instrumentima. Razumljivo je da se praktičan rad ne može primijeniti u svim situacijama; nastavnik/ca je taj koji je kompetentan procijeniti kada i u kojem obliku praktični laboratorijski rad treba primijeniti u nastavi hemije. Treba razmotriti korištenje online alata u situacijama gdje je praktičan rad teško izvodljiv (npr. virtualna laboratorija koja se pokazala korisnom posebno kod eksperimenata sa skupim i po zdravlje potencijalno opasnim tvarima).

Kada god je to moguće, nastavnik/ca treba povezati sadržaje s primjenom u svakodnevnom životu ili u budućem profesionalnom razvoju učenika/ca; na taj način učenici/ce će uvidjeti da je primjena hemije zaista široka i nezaobilazna.

Gdje god je to moguće, nastavnik/ca bi trebao povezivati sva tri nivoa predstavljanja hemijskih pojmova (makroskopski, submikroskopski i simbolni), kako bi učenici/ce uvidjeli povezanost između njih i na taj način im se olakšalo konceptualno razumijevanje hemijskih pojmova. Koristan alat mogu biti aplikacije i softveri s interneta (npr. VisChem, Connected Chemistry).

Učenici/ce se uče i kako izraditi laboratorijski izvještaj o provedenom eksperimentu, kako predstaviti rezultate, te na osnovu kojih parametara se može neki rezultat odbaciti kao nepouzdan.

Učenici/ce se susreću sa pisanjem formula molekula. Modeli molekula pri tome su od velike pomoći. Pri tome treba paziti na pravilno izražavanje (npr. treba reći: „Ovo je model molekule kisika.“).

Čestični crteži su koristan alat za predstavljanje građe tvari. Na ovaj način učenici se uvode u apstraktni submikroskopski nivo predstavljanja hemijskih pojmova.

Učenicima/cama objasniti da su protoni i elektroni naelektrisane subatomske čestice i da je atom električki neutralan ako ima jednak broj protona i elektrona.

Različite animacije su korisni alati za poučavanje pojma hemijske veze. Učenicima/cama treba pojasniti kovalentnu i ionsku vezu pomoću čestičnih crteža ili Lewisovih simbola.

Računanje broja protona, neutrona i elektrona na osnovu podataka iz Periodnog sistema elemenata je primjer formalnog znanja; puno je važnije da učenici/ce nauče da se atomi u Periodnom sistemu elemenata razlikuju prema broju protona u jezgri. Učenike/ce treba naučiti kako da dođu do podataka i kako da ih iskoriste.

Eksperimenti vezani za ovu tematsku cjelinu su: razdvajanje tvari iz smjese filtriranjem, sublimacijom, destilacijom, ispitivanje kiselosti i bazičnosti vodenih rastvora tvari kiselinsko-baznim indikatorima, priprema rastvora zadane masene ili količinske koncentracije ili masenog udjela, te brojni drugi, o čemu svakako odlučuje nastavnik/ca imajući u vidu opremljenost kabineta hemije u školi, ali i psihofizički uzrast učenika/ce.

Osposobljavati učenike/ce da različite promjene rješavaju i izražavaju jednačinama hemijskih reakcija uz stehiometrijska izračunavanja. Učenik/ce treba da znaju pisati jednostavnije formule spojeva i imenovati ih po IUPAC pravilima nomenklature uz osvrt na trivijalna imena. Od stehiometrijskih zadataka primjerenim ovom uzrastu učenika/ca preporučuju se zadaci koji uključuju računanja mase, količine tvari, masenog udjela, količinske i masene koncentracije, uz naglašavanje potrebe korištenja odgovarajućih mjernih jedinica. Tako će učenici/ce moći razumjeti da su tačna i precizna mjerenja jedan od temelja Hemije.

Učenik treba dobro poznavati one hemijske elemente i spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Treba znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju, kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

U okviru obrađenih tematskih cjelina akcenat staviti na značaj zdravlja i zaštitu životne okoline.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost očita je sa nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, poštivanje mjera opreza), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Sigurnost i poštivanje mjera opreza o kojima se vodi računa u razredu kod učenika/ca se razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite i u svakodnevnom životu i u budućoj profesiji, kako u cilju vlastite zaštite, tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata (ne uzimati u obzir samo one koji idu u prilog, odnosno procijeniti na osnovu kojih kriterija se neki rezultat može odbaciti kao nepouzdan), svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što u konačnici doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također, razvija se sposobnost kritičkog i kreativnog razmišljanja kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno nezadovoljavajuće rezultate.

Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

## B

### Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.I.1

Učenik/ca utvrđuje osobine, sastav i vrstu tvari.

Učenik/ca navodi zastupljenost metala i nemetala u Zemljinoj kori, objašnjavajući reaktivnost metala i nemetala, plemenitih metala te biološki značaj metala.

Učenik/ca objašnjava zavisnost fizičko-hemijskih osobina metala/nemetala od građe njihovih atoma/molekula.

Učenik/ca objašnjava postupke dobijanja metala i nemetala.

#### B.I.2

Učenik/ca analizira hemijske promjene metala i nemetala.

Učenik/ca koristi jednostavnije hemijske jednačine za opisivanje postupaka dobivanja odabranih metala i nemetala.

Učenik/ca izvodi zaključke na temelju eksperimenata o nastanku novih tvari.

### B.I.3

Učenik/ca utvrđuje važnost tehnoloških procesa i njihov uticaj na okoliš.

Učenik/ca objašnjava prirodne i antropogeno izazvane promjene i procese u prirodi.

Učenik/ca procjenjuje recikliranje metala iz ekonomske, društvene i ekološke perspektive.

Učenik/ca procjenjuje industrijske procese koristeći principe zelene hemije.

## KLJUČNI SADRŽAJI

PSE i metali, osobine metala, dobivanje metala; 1. grupa PSE – natrij (Na), kalij (K) i njihovi spojevi; 2. grupa PSE – kalcij (Ca), magnezij (Mg) i njihovi spojevi; 13. grupa PSE-aluminij (Al); bakar (Cu) i legure bakra; željezo (Fe); korozija i zaštita od korozije; nemetali i njihova svojstva; vodik (H), izotopi vodika; halogeni elementi; halkogeni elementi: kisik i sumpor; elementi V grupe PSE; elementi IV grupe PSE; stehiometrijska izračunavanja;

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavnik/ca će dopuniti nastavne sadržaje vezane za metale i nemetale koje su učenici/ce radili u osnovnoj školi: nalaženje u prirodi, dobivanje, osobine, spojevi, upotreba i značaj, povezati položaj elemenata u PSE sa fizičkim i hemijskim osobinama metala i nemetala. Nastavnik treba animirati učenike/ce odabirom različitih metoda rada, nastavnih tehnika i različitih sredstava, laboratorijskih vježbi, IKT-tehnologije itd. Eksperimente u sklopu ove oblasti treba pojednostaviti, prilagoditi da ih izvode učenici poštivajući sva pravila rada uz primjenu sigurnosnih mjera. Važno je da učenici/ce razumiju eksperiment. Kad je eksperiment jasan lakše je napisati jednačinu hemijske reakcije ili riješiti neki računski zadatak.

Upotrebom savremenih nastavnih strategija i metoda (npr. igre asocijacije, kviz, pantomima) uputiti učenike/ce da sami istražuju osobine, upotrebu, dobivanje, reakcije i spojeve nemetala i metala te na taj način otkriju njihovu praktičnu primjenu i ulogu u svakodnevnom životu. Korisno je prikazati odgovarajuće kratke nastavne filmove (npr. dobivanje sirovog željeza i čelika, korozija).

Učenicima/cama se može zadati da istraže različite teme i predstave svoje istraživačke projekte. Na ovim primjerima može se provjeriti znanje pisanja hemijskih formula, naziva spojeva i hemijskih jednačina. Podatke za projekte učenici/ce mogu prikupiti laboratorijskim radom i primjenom IKT. U obradi i prikazivanju rezultata učeničkih istraživanja također se može primijeniti IKT (izrada grafičkih prikaza, tabela itd.). Učenike/ce treba uputiti na istraživanje literature i upotrebu različitih izvora informacija (npr. internetski izvori). Informacije će kasnije koristiti da bi mogli kritički promišljati i stečena znanja povezivati sa znanjima koja su im potrebna u svakodnevnom životu. Veoma je važno da učenici/ce informacije do kojih su samostalno došli (na temelju onoga što su vidjeli, izmjerili, pronašli u literaturi) zadrže kao trajno znanje.

Realizacija nastavnih sadržaja vezana za očuvanje i zaštitu životne sredine može se provesti u obliku radionica, istraživanja, izradom i predstavljanjem malih projekata u kojima će učenici/ce pokazati razvijanje svijesti o potrebi očuvanja i zaštite životne sredine. Što više koristiti audiovizuelna sredstva i pomagala, PSE, modele, crteže, različite šematske i tabelarne prikaze, računске zadatke, kako bi se što bolje razvila očiglednost, grafičko opismenjavanje, razvoj vještina vizualizacije i prezentacije, kao i razvoj ključnih kompetencija.

Osposobljavati učenike/ce da različite promjene rješavaju i izražavaju jednačinama hemijskih reakcija uz različita stehiometrijska izračunavanja. Učenik/ce treba da znaju pisati jednostavnije formule anorganskih spojeva i imenovati ih po IUPAC pravilima nomenklature uz osvrt na trivijalna imena.

Nastavnik treba ukazivati na značaj hemije u savremenom svijetu, poučiti učenike/ce da savladaju osnovna znanja potrebna za razumijevanje i primjenu različitih proizvoda hemijske industrije u svakodnevnom životu.

Učenik/ca treba dobro poznavati one hemijske elemente i spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Treba znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju, kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

U okviru obrađenih tematskih cjelina akcenat staviti na značaj zdravlja i zaštitu životne sredine. Nastavnik kroz diskusiju sa učenicima/cama može da diskutuje o ekološkom pristupu dobivanja i upotrebe metala i nemetala kao i prisustvo principa zelene hemije u industrijskim procesima.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetne korelacije kod poučavanja ovih pojmova ostvaruju se sa nastavom *Matematike* (izrada stehiometrijskih zadataka), *Fizike* (primjena mjernih jedinica SI sistema jedinica), *Informatike* (izrada grafičkih prikaza pomoću računara, očitavanje podataka iz grafika), *Biologije* (kationi i anioni u živom organizmu), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju Hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes za njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

## C

### Struktura tvari i energija

#### C.I.1

Učenik/ca analizira promjenu energije pri fizičko-hemijskim promjenama tvari.

Učenik/ca razlikuje endotermne i egzotermne procese na osnovu promjene temperature sistema.

Učenik/ca objašnjava brzinu promjena i uticaj faktora na brzinu promjena (katalizatori i inhibitori).

#### C.I.2

Učenik/ca analizira proces elektrolize na primjerima.

Učenik/ca definira elektrolizu, elektrolit i procese oksidacije i redukcije.

Učenik/ca analizira elektrolizni članak.

Učenik/ca opisuje procese koji se odvijaju na katodi i anodi.

Učenik/ca navodi tehničku primjenu elektrolize.

#### C.I.3

Učenik/ca primjenjuje matematičke vještine.

Učenik/ca izračunava brzinu hemijske reakcije na jednostavnijim primjerima.

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenata sa stehiometrijskim zakonima.

Učenik/ca kombinuje jednostavne matematičke izraze pri rješavanju stehiometrijskih zadataka.

## KLJUČNI SADRŽAJI

hemijske reakcije; energetske promjene pri hemijskim reakcijama; brzina hemijske reakcije i faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije; hemijska ravnoteža; elektroliza; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavnik treba animirati učenike/ce odabirom različitih metoda rada, nastavnih tehnika i različitih sredstava, laboratorijskih vježbi, IKT-tehnologije itd. Očiglednost u nastavi hemije postiže se primjenom eksperimenata, slika, filmova, tabela i modela.

Učenicima/cama treba dati dovoljno vremena za proces konceptualnog razumijevanja hemijskih i fizičkih promjena. Pri tome treba koristiti odabrane primjere, a nastavu organizirati kao praktični rad. Kad je riječ o fizičkim osobinama tvari, jedna od njih je i agregatno stanje. Vrlo često se kod učenika/ca javlja miskoncepcija da voda počinje isparavati tek kada dostigne temperaturu ključanja. Stoga je važno eksperiment topljenja leda i zagrijavanja vode do ključanja izvesti do kraja. Preporučuje se uvesti i česti prikaz agregatnih stanja stvari, kao i animacije, jer česta je i miskoncepcija da čestice u čvrstim tvarima u potpunosti miruju.

Nastavnik/ca treba naglasiti važnost hemijskih reakcija sinteze i analize. To su ključni aspekti u hemiji, posebno kada se govori o njenoj primjeni u industrijskim procesima i u svakodnevnom životu. Da bi se neka sinteza u hemijskoj industriji izvela, potrebno je poznavati početne tvari, uslove pri kojima se reakcija odvija, mehanizam reakcije i produkte.

Na ovom nivou dovoljno je učenicima/cama na primjeru objasniti kako kod nepovratnih reakcija ne možemo dobiti polazne tvari natrag, dok povratne reakcije podrazumijevaju one kod kojih je moguće ponovno dobiti polazne tvari.

Eksperimente u sklopu ove oblasti treba pojednostaviti, prilagoditi da ih izvode učenici poštujući sva pravila rada uz primjenu sigurnosnih mjera. Važno je da učenici/ce razumiju eksperiment. Kad je eksperiment jasan lakše je napisati jednačinu hemijske reakcije ili riješiti neki računski zadatak. Eksperimenti koji se mogu izvesti u sklopu ove oblasti su mnogobrojni. Nastavnik hemije ima tu prednost da poučavanje ovih koncepata može demonstrirati ali i učenike uključiti u izvođenje laboratorijskih eksperimenata. Kod hemijskih reakcija sinteze i analize mogu se izvoditi eksperimenti kao što su npr. gorenje magnezija, gorenje sumpora, reakcija željeza i sumpora, razlaganje amonij dihidromata, kalij permanganata, kalij hlorata i druge. Kao dobra ilustracija egzotermne reakcije može biti reakcija natrija s vodom (koju isključivo demonstrira nastavnik, ali učenici mogu očitati temperaturu nastalog rastvora), rastvaranje granula natrij hidroksida, dok primjer endotermnih reakcija mogu biti već spomenute reakcije razlaganja kalij permanganata i kalij hlorata, za čije je odvijanje neophodno dovesti energiju. Zakon o održanju mase može se provjeriti jednostavnim eksperimentom između rastvora acetatne kiseline i natrij hidrogenkarbonata, pri čemu se na tikvicu navuče balon kako nastali ugljik (IV)-oksid ne bi otišao u atmosferu. Povratni i nepovratni procesi mogu se demonstrirati na primjerima promjene agregatnih stanja vode, gorenje papira, gorenje svijeće, čime se također popis ne završava.

Učenik treba dobro poznavati one hemijske elemente i spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju. Kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

U okviru obrađenih sadržaja akcentirati staviti na značaj zdravlja i zaštitu životne sredine.

### 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U ovoj tematskoj cjelini moguća je povezanost sadržaja sa predmetima *Fizika* (Fizikalna hemija), *Historija* (historijski razvoj spoznaje o hemijskim reakcijama, historijske činjenice o otkriću i porijeklu imena hemijskih

elemenata), *Matematika* (različita stehiometrijska izračunavanja), *Likovna kultura* (izrada modela, izrada prezentacija projekata, postera), *Bosanski jezik i književnost*, *Hrvatski jezik i književnost*, *Srpski jezik i književnost* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju), *Informatika* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa).

### 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Učenici/ce zainteresirani za prirodne nauke ove sadržaje mogu dodatno istražiti i prezentirati razredu. Na taj se način razvija sposobnost izlaganja mišljenja i stavova, razvija se samopouzdanje u vlastite sposobnosti, te učenici/ce uče kako učiti. Razvija se i sposobnost samoprocjene uloženog truda, zalaganja i stečenog znanja te se na osnovu toga može planirati buduće učenje. Ako se učenički rad organizira u grupi, razvija se i sposobnost komunikacije s drugima, saradnje, te spremnosti da zatraži ili pruži pomoć kolegi u timu. Pored toga, kao i kod drugih nastavnih sadržaja, razvija se svijest učenika/ca o povezanosti nauka i naučnih disciplina, o potrebi primjene znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesionalnim opredjeljenjima, kao i potreba za cjeloživotnim učenjem uslijed konstantnog napretka nauke.

Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

## D

### Procesi i međudjelovanja živih i neživih sistema

#### D.1.1

Učenik/ca objašnjava osobine, sastav i klase organskih spojeva.

Učenik/ca opisuje osobine, sastav i klase određenih organskih spojeva.

Učenik/ca klasificira zadane organske spojeve na osnovu strukturne formule, funkcionalne grupe, naziva prema IUPAC nomenklaturi.

#### D.1.2

Učenik/ca analizira i objašnjava reaktivnost organskih spojeva primjenjujući hemijsku simboliku.

Učenik/ca navodi funkcionalne grupe karakteristične za odabrane organske spojeve.

Učenik/ca predviđa produkte reakcija organskih spojeva na osnovu poznavanja reaktivnosti funkcionalnih grupa i strukture molekula (reakcije supstitucije, adicije, eliminacije, oksidacije, redukcije, esterifikacije, polimerizacije itd.).

#### D.1.3

Učenik/ca objašnjava osobine, sastav i klase odabranih biomolekula primjenjujući hemijsku simboliku i terminologiju.

Učenik/ca navodi primjere biološki važnih organskih spojeva u svakodnevnom životu.

Učenik/ca objašnjava osobine, sastav i klase biološki važnih organskih spojeva.

Učenik/ca objašnjava značaj i ulogu biološki važnih organskih spojeva u organizmu.

Učenik/ca objašnjava hemijske promjene biološki važnih organskih spojeva na primjerima reakcija.

#### D.1.4

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenta s konceptualnim spoznajama, te se koristi

Učenik/ca izvodi karakteristične reakcije za dokazivanje odabranih organskih spojeva.

Učenik/ca provodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija organskih spojeva.

## KLJUČNI SADRŽAJI

hemijska veza u organskim spojevima i struktura organskih molekula; alifatski i aromatski ugljikovodici; organski spojevi sa kisikom (alkoholi, aldehidi i ketoni, karboksilne kiseline, esteri) i azotom (amini i amidi); polimeri; hemija živih organizama-energetske potrebe organizma; ugljikohidrati; aminokiseline; proteini; lipidi; nukleinske kiseline, stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Organski spojevi su prisutni u svakodnevnom životu i potrebno je učenike/ce osposobiti da posmatraju, uočavaju i zapisuju svoja saznanja o njima. Pomoću primjera je učenike/ce potrebno poticati na uočavanje globalnih problema na osnovu kojih se kod njih razvija svijest i potiče ih se na promišljanje o vlastitoj budućnosti.

Postavljanjem pitanja o strukturi atoma ugljika na osnovu njegovog modela, s učenicima/cama se može diskutirati o njegovoj osobini da se spaja s drugim atomima ugljika. Potrebno je objasniti postojanje velikog broja organskih spojeva u odnosu na anorganske. Također, treba učenike/ce potaknuti da istražuju nalaženje ugljika u prirodi, njegove alotropske modifikacije, njihove osobine i upotrebu.

Kroz različite nastavne aktivnosti učenici/ce mogu upoređivati ugljikovodike i njihove osobine. Učenici/ce se mogu navoditi razgovorom na zaključivanje o pravilima njihovog imenovanja (prefiksi i sufiksi), uočavanje razlika u molekulskim i strukturnim formulama, te zaključivanje o ovisnosti fizičkih osobina od strukture spoja.

Od hemijskih promjena koje uključuju organske spojevi učenici/ce bi trebali znati reakcije supstitucije alkana (halogenima), adicije na alkene i alkine (vodika, halogena, halogenovodika), polimerizacije (uključujući prepoznavanje monomera u polimeru), te oksidacije organskih spojeva. Zapisivanjem hemijskih jednačina karakterističnih reakcija učenici/ce povezuju znanja o osobinama organskih spojeva s načinom vezanja atoma vodika i kisika na atome ugljika. Primjeri trebaju biti jednostavni i primjereni uzrastu.

Učenici/ce na temu nafte mogu raditi male istraživačke projekte, te se tako može poticati samostalnost i interes za istraživački rad. Potrebno je istaći veliki značaj nafte kao goriva, ali i ukazati na nju kao zagađivača zraka, vode i tla.

Aromatski ugljikovodici mogu se obraditi na primjeru benzena, te istaknuti da je benzen veoma važna sirovina u organskoj hemijskoj industriji. Pri realizaciji nastavnih sadržaja o alkoholima potrebno je naglasiti štetan uticaj konzumacije alkohola na zdravlje čovjeka ali i na odnose u porodici.

Eksperimenti koji se mogu izvesti u sklopu ove tematske cjeline su: karameliziranje šećera, dobivanje etina, alkotest, rastvaranje alkohola u vodi, alkoholno vrenje, rastvaranje masti i ulja, Fehlingova i Tollensova reakcija na aldehide, rastvaranje metala u metanskoj i etanskoj kiselini, dokazivanje azota u urei, i brojni drugi, što svakako ovisi o opremljenosti škole. Učenici/ce mogu samostalno izvoditi jednostavne eksperimente, složenije eksperimente demonstrira nastavnik/ca.

Nastavne sadržaje iz ove tematske cjeline potrebno je povezati sa predznanjem učenika/ca iz nastavnog predmeta *Biologija* (masti, ulja, glukoza, fruktoza, saharoza, škrob, celuloza, proteini, enzimi).

Pri obradi gradiva potrebno je težište staviti na ulogu ugljikohidrata, masnoća i proteina u živom svijetu. Obradu sadržaja vezanih za masti i ulja treba povezati sa svakodnevnom ishranom. Može se razvijati interes za ovu tematiku kroz učenička istraživanja, npr. u domaćinstvu mogu pronaći namirnice bogate masnoćama, zabilježiti njihovu kaloričnu vrijednost i procijeniti njihov uticaj na zdravlje.



Učenici/ce mogu izvoditi jednostavne eksperimente dobivanja sapuna i ispitivanja njihovih osobina. Mogu istražiti historijski razvoj nastajanja sapuna, njihovu primjenu nekada i sada.

Važno je učenicima/cama istaknuti da su proteini prirodni polimeri, da su oni osnova svih živih organizama.

Od stehiometrijskih zadataka u ovoj nastavnoj cjelini mogu se raditi zadaci koji uključuju izračunavanje masenog udjela elemenata u spojevima.

Učenike/ce treba upoznati s pojmovi metabolizma, osnovnim metaboličkim procesima u živom svijetu (fotosinteza) i povezati s pojmovima usvojenim na nastavi biologije u smislu mjesta održavanja metaboličkih procesa. Za navedeno se mogu koristiti razni online alati (simulacije i animacije). Također, učenici/ce trebaju shvatiti značaj vode za živi organizam, značaj održavanja pH vrijednosti.

Učenici/ce bi trebali naučiti čitati deklaracije na prehrambenim proizvodima i objasniti ih sa biohemijskog aspekta. Hrana koja se ne iskoristi za proizvodnju energije skladišti se u organizmu u obliku masti; učenici/ce bi trebali ovo znanje primijeniti kada čitaju sastav prehrambenih proizvoda. S učenicima/cama se može diskutirati o tome zašto trebamo redovno jesti, koja vrsta hrane daje najviše energije organizmu, kako su povezane toplotna i mehanička energija.

Učenik/ca treba dobro poznavati one organske spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Treba znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju, ako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

U okviru obrađenih sadržaja akcenat staviti na značaj zdravlja i zaštitu životne sredine. Diskutovati sa učenicima/cama upotrebu ekološki prihvatljivih organskih spojeva, sinteza kao i prisustvo principa zelene hemije u industrijskim procesima.

## **2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

Preporučuje se učenicima/cama naglasiti poveznice s drugim nastavnim predmetima: *Fizikom* (instrumentalne metode određivanja strukture organskih spojeva bazirane na fizičkim principima), *Historijom* (historijski razvoj organske hemije i biohemije, uloga pojedinih produkata organske hemijske industrije nekad i danas), *Matematikom* (različita izračunavanja i rješavanje stehiometrijskih zadataka), *Informatikom* primjena različitih aplikacija za nastavu organske hemije, npr. ChemDraw, Avogadro, virtualni hemijski laboratorij), *Biologijom* (pojave i procesi koji se dešavaju u živom organizmu).

## **3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Odgojno djelovanje ogleda se kroz razvijanje svijesti kod učenika/ca o važnosti organske hemije i biohemije u svakodnevnom životu i u industrijskim procesima, organske sinteze u proizvodnji farmaceutskih preparata, te u vezi s tim, svijesti o interdisciplinarnoj povezanosti sadržaja iz organske hemije i biohemije s mnogobrojnim aspektima svakodnevnog života. Učenici/ce trebaju shvatiti važnost pridržavanja mjera opreza prilikom rada u laboratoriju i u industrijskim pogonima.

Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

### ► Srednje ► I.

#### Godine učenja i podučavanja predmeta: 3

## A

### Tvari

#### A.1.1

Učenik/ca analizira važnost hemije u svakodnevnom životu.

Učenik/ca objašnjava historijski razvoj hemije koristeći primjere iz historije hemije.

Učenik/ca objašnjava važnost hemije u svakodnevnom životu i određenim profesijama (npr. farmacija, poljoprivreda, šumarstvo, veterina, medicina).

Učenik/ca upoređuje hemiju sa drugim prirodnim naukama.

Učenik/ca identificira probleme koji mogu biti predmet istraživanja hemije.

#### A.1.2

Učenik/ca istražuje vrste tvari.

Učenik/ca objašnjava pojmove: tvar, hemijski element, hemijski spoj, homogena i heterogena smjesa.

Učenik/ca razlikuje čiste tvari i smjese na osnovu sastava.

Učenik/ca predlaže i provodi postupak razdvajanja tvari iz smjese na osnovu poznavanja hemijskog sastava smjese i osobina sastojaka.

Učenik/ca upoređuje tvari po sastavu, vrsti i osobinama.

#### A.1.3

Učenik/ca analizira građu tvari.

Učenik/ca hronološki opisuje saznanja o građi atoma i unaprijeđenja modela atoma.

Učenik/ca razlikuje pojmove: atomski i maseni broj, izotop, unificirana jedinica atomske mase, relativna atomska masa ( $A_r$ ), relativna molekulska masa ( $M_r$ ).

Učenik/ca prikazuje elektronsku konfiguraciju elementa.

Učenik/ca razlikuje električki neutralne čestice (atomi, molekule) od naelektrisanih čestica (ioni).

#### A.1.4

Učenik/ca analizira informacije sadržane u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca objašnjava raspored hemijskih elemenata u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca opisuje građu atoma hemijskog elementa na osnovu položaja u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca analizira osobine hemijskih elemenata kroz grupe i periode u Periodnom sistemu elemenata.

#### A.1.5

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.

Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav rastvora (maseni udio, masena i količinska koncentracija).

Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav smjese tvari.

Učenik/ca primjenjuje hemijski račun za pripremu rastvora određenog sastava razblaživanjem ili rastvaranjem čvrste tvari.

## A.1.6

Učenik/ca analizira osobine oksida, kiselina, baza i soli.

Učenik/ca definiše kiseline, baze i soli.

Učenik/ca upoređuje kiseline, baze i soli po sastavu i osobinama.

Učenik/ca ispituje primjenom indikatora tvari te ih razvrstava na kisele ili bazne.

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida i soli te njihov uticaj na okolinu.

Učenik/ca prikazuje jednačinama hemijskih reakcija karakteristične reakcije kiselina, baza i soli.

## KLJUČNI SADRŽAJI

hemija i prirodne nauke; eksperimentalni svijet hemije; klasifikacija tvari; razlike između spoja i smjese; fizičke i hemijske osobine tvari; hemijski simboli i formule; građa atoma; masa atoma; atomski broj; maseni broj; izotopi; unificirana atomska jedinica mase ( $u$ ); relativna atomska ( $A_r$ ) i molekulska ( $M_r$ ) masa; elektronski omotač; elektronska konfiguracija i osobine elemenata; Periodni sistem elemenata; ionska veza; kovalentna veza; polarnost molekula; metalna veza; valencija i oksidacijski broj; mol i molarne veličine; disperzni sistemi; rastvori/rastvaranje; elektrolitička disocijacija, kiseline, baze i soli; kvantitativno izražavanje sastava rastvora i smjesa; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Učenike/ce treba upoznati s pravilima ponašanja u hemijskoj laboratoriji i sa sigurnosnim mjerama. Preporučuje se dosljedna primjena sigurnosnih mjera pri izvođenju eksperimenata. Takvi uslovi rada, osim sigurnosti, doprinose i lakšem postizanju radne atmosfere, odnosno ozbiljnijem radu učenika/ca.

Eksperimente je potrebno prilagoditi tako da ih izvode učenici, poštujući pravila rada uz primjenu sigurnosnih mjera. Važno je da učenici/ce razumiju eksperiment. Kad je eksperiment jasan lakše je napisati jednačinu hemijske reakcije ili riješiti neki računski zadatak.

Jedan od ciljeva praktičnog rada jeste razvijanje vještina rukovanja laboratorijskim posuđem, hemikalijama, instrumentima. Razumljivo je da se praktičan rad ne može primijeniti u svim situacijama; nastavnik/ca je taj koji je kompetentan procijeniti kada i u kojem obliku praktični laboratorijski rad treba primijeniti u nastavi hemije. Treba razmotriti korištenje online alata u situacijama gdje je praktičan rad teško izvodljiv (npr. virtualna laboratorija koja se pokazala korisnom posebno kod eksperimenata sa skupim i po zdravlje potencijalno opasnim tvarima).

Kada god je to moguće, nastavnik/ca treba povezati sadržaje s primjenom u svakodnevnom životu ili u budućem profesionalnom razvoju učenika/ca, na taj način učenici/ce će uvidjeti da je primjena hemije zaista široka i nezaobilazna.

Gdje god je to moguće, nastavnik/ca bi trebao povezivati sva tri nivoa predstavljanja hemijskih pojmova (makroskopski, submikroskopski i simbolni), kako bi učenici/ce uvidjeli povezanost između njih i na taj način im se olakšalo konceptualno razumijevanje hemijskih pojmova. Koristan alat mogu biti aplikacije i softveri s interneta (npr. VisChem, Connected Chemistry).

Učenici/ce se uče i kako izraditi laboratorijski izvještaj o provedenom eksperimentu, kako predstaviti rezultate, te na osnovu kojih parametara se može neki rezultat odbaciti kao nepouzdan. Na taj način uče kako provoditi istraživačke projekte, koji se mogu realizirati u saradnji sa nastavnicima Biologije, Fizike i drugih nastavnih predmeta.

Učenici/ce se susreću sa pisanjem formula molekula. Modeli molekula pri tome su od velike pomoći. Pri tome treba paziti na pravilno izražavanje (npr. treba reći: „Ovo je model molekule kisika.“) Čestični crteži su koristan alat za predstavljanje građe tvari. Na ovaj način učenici se uvode u apstraktni submikroskopski nivo predstavljanja hemijskih pojmova.

Učenicima/cama objasniti da su protoni i elektroni naelektrisane subatomske čestice i da je atom električki neutralan ako ima jednak broj protona i elektrona.

Različite animacije su korisni alati za poučavanje pojma hemijske veze. Učenicima/cama treba pojasniti kovalentnu i ionsku vezu pomoću čestičnih crteža ili Lewisovih simbola.

Računanje broja protona, neutrona i elektrona na osnovu podataka iz Periodnog sistema elemenata je primjer formalnog znanja; puno je važnije da učenici/ce nauče da se atomi u Periodnom sistemu elemenata razlikuju prema broju protona u jezgri. Učenike/ce treba naučiti kako da dođu do podataka i kako da ih iskoriste.

Učenik treba dobro poznavati one hemijske elemente i spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju. Kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

U okviru obrađenih tematskih cjelina akcentirati staviti na značaj zdravlja i zaštitu životne sredine. Nastavnik kroz diskusiju sa učenicima/cama može da diskutuje o ekološkom pristupu dobivanja i upotrebe metala i nemetala kao i prisustvo principa zelene hemije u industrijskim procesima.

## **2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

Međupredmetna povezanost očita je sa nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tabelarno i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa, različite aplikacije za mobilne telefone), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, poštivanje mjera opreza), *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## **3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Sigurnost i poštivanje mjera opreza o kojima se vodi računa u razredu kod učenika/ca se razvija svijest o potrebi pridržavanja odgovarajućih mjera zaštite i u životu, budućoj profesiji, kako u cilju vlastite zaštite, tako i zaštite drugih ljudi u okruženju (nošenje zaštitnih naočala, zaštitne odjeće, rukavica i sl.). Prilikom laboratorijskih mjerenja, učenici/ce razvijaju svijest o potrebi „poštenog“ predstavljanja rezultata (ne uzimati u obzir samo one koji idu u prilog, odnosno procijeniti na osnovu kojih kriterija se neki rezultat može odbaciti kao nepouzdan), svijest o odgovornosti za vlastite rezultate ili rezultate grupe kojoj pripadaju, što doprinosi razvoju vještina timskog rada. Također, razvija se sposobnost kritičkog i kreativnog razmišljanja kroz procjenu dobivenih rezultata i uočavanje potencijalnih razloga za eventualno nezadovoljavajuće rezultate.

Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

## B

### Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi

#### B.I.1

Učenik/ca utvrđuje osobine, sastav i vrstu tvari.

Učenik/ca navodi zastupljenost metala i nemetala u Zemljinoj kori, objašnjavajući reaktivnost metala i nemetala, plemenitih metala te biološki značaj metala.

Učenik/ca objašnjava zavisnost fizičko-hemijskih osobina metala/nemetala od građe njihovih atoma/molekula.

Učenik/ca objašnjava postupke dobijanja metala i nemetala.

#### B.I.2

Učenik/ca povezuje građu i osobine elementarnih tvari s njihovim položajem u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca povezuje osobine elemenata (metala i nemetala) unutar iste grupe/periode Periodnog sistema elemenata.

Učenik/ca argumentuje hemijsku sličnost elemenata po grupama PSE uz navođenje primjera.

Učenik/ca upoređuje građu i osobine metala i nemetala.

#### B.I.3

Učenik/ca primjenjuje matematičko znanje i vještine.

Učenik/ca izvodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija anorganskih spojeva.

Učenik/ca utvrđuje limitirajući reaktant i reaktant u višku.

#### B.I.4

Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru oblasti.

Učenik/ca formulira istraživačko pitanje na osnovu dostupnih podataka o anorganskim spojevima i njihovom uticaju na okolinu i zdravlje ljudi.

Učenik/ca postavlja hipotezu o očekivanim rezultatima eksperimentalnog istraživanja usklađenu sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca.

Učenik/ca provodi istraživanje koje uključuje promatranje i opisivanje određenih tvari u definisanim uslovima.

#### B.I.5

Učenik/ca utvrđuje važnost tehnoloških procesa i njihov uticaj na okoliš.

Učenik/ca objašnjava prirodne i antropogeno izazvane promjene i procese u prirodi.

Učenik/ca procjenjuje recikliranje metala iz ekonomske, društvene i ekološke perspektive.

Učenik/ca procjenjuje industrijske procese koristeći principe zelene hemije.

### KLJUČNI SADRŽAJI

1. grupa PSE – natrij (Na), kalij (K) i njihovi spojevi; 2. grupa PSE – kalcij (Ca), magnezij (Mg) i njihovi spojevi; 13. grupa PSE-aluminij (Al); bakar (Cu) i legure bakra; željezo (Fe); korozija i zaštita od korozije; nemetali: vodik (H) i izotopi vodika; halogeni elementi; halkogeni elementi; azotova grupa elemenata; ugljikova grupa elemenata; stehiometrijska izračunavanja.

## 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavnik će dopuniti nastavne sadržaje vezane za metale i nemetale koje su učenici/ce radili u osnovnoj školi: nalaženje u prirodi, dobivanje, osobine, spojevi, upotreba i značaj, povezati položaj elemenata u PSE sa fizičkim i hemijskim osobinama metala i nemetala. Odabirom različitih metoda rada, nastavnih tehnika i različitih sredstava, laboratorijskih vježbi, IKT-tehnologije isl. nastavnik treba animirati učenike/ce.

Eksperimente u sklopu ove oblasti treba pojednostaviti, prilagoditi da ih izvode učenici poštujući sva pravila rada uz primjenu sigurnosnih mjera. Važno je da učenici/ce razumiju eksperiment. Kad je eksperiment jasan lakše je napisati jednačinu hemijske reakcije ili riješiti neki računski zadatak.

Upotrebom savremenih nastavnih strategija i metoda (npr. igre asocijacije, kviz, pantomima) uputiti učenike/ce da sami istražuju osobine, upotrebu, dobivanje, reakcije i spojeve nemetala i metala te na taj način otkriju njihovu praktičnu primjenu i ulogu u

svakodnevnom životu. Korisno je prikazati odgovarajuće kratke nastavne filmove (npr. dobivanje sirovog željeza i čelika, korozija).

Učenicima/cama se može zadati da istraže različite teme i predstave svoje istraživačke projekte. Na ovim primjerima može se provjeriti znanje pisanja hemijskih formula, naziva spojeva i hemijskih jednačina. Podatke za projekte učenici/ce mogu prikupiti laboratorijskim radom i primjenom IKT, u obradi i prikazivanju rezultata učeničkih istraživanja također se može primijeniti IKT (izrada grafičkih prikaza, tabela).

Učenike/ce treba uputiti na istraživanje literature i upotrebu različitih izvora informacija (npr. internetski izvori). Informacije će kasnije koristiti da bi mogli kritički promišljati i stečena znanja povezivati sa znanjima koja su im potrebna u svakodnevnom životu. Veoma je važno da učenici/ce informacije do kojih su samostalno došli (na temelju onoga što su vidjeli, izmjerili, pronašli u literaturi) zadrže kao trajno znanje.

Realizacija nastavnih sadržaja vezana za očuvanje i zaštitu životne sredine može se provesti u obliku radionica, istraživanja, izradom i predstavljanjem malih projekata u kojima će učenici/ce pokazati razvijanje svijesti o potrebi očuvanja i zaštite životne sredine.

Učenicima/cama treba skrenuti pažnju na povezanost ovih nastavnih sadržaja sa sadržajima iz drugih nastavnih predmeta, te da učenje ne završava kada se napusti školska zgrada.

Potrebno je da upoznaju glavne zagađivače zraka, vode i tla, glavne izvore zagađivanja, njihov uticaj na živi svijet, ali i to kako naše ponašanje utiče na biljke, životinje, hranu i zrak.

Očiglednost u nastavi hemije postiže se primjenom eksperimenata, slika, filmova, tabela i modela.

Osposobljavati učenike/ce da različite promjene rješavaju i izražavaju jednačinama hemijskih reakcija uz stehiometrijska izračunavanja. Učenik/ce treba da znaju pisati jednostavnije formule spojeva i imenovati ih po IUPAC pravilima nomenklature uz osvrt na trivijalna imena.

Nastavnik treba ukazivati na značaj hemije u savremenom svijetu, poučiti učenike/ce da savladaju osnovna znanja potrebna za razumijevanje i primjenu različitih proizvoda hemijske industrije u svakodnevnom životu.

Od stehiometrijskih zadataka primjerenim ovom uzrastu učenika/ca preporučuju se zadaci koji uključuju računanja mase, količine tvari, masenog udjela, uz naglašavanje potrebe korištenja odgovarajućih mjernih jedinica. Tako će učenici/ce moći razumjeti da su tačna i precizna mjerenja jedan od temelja hemije.

Učenik treba dobro poznavati one hemijske element i spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju. Kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

U okviru obrađenih tematskih cjelina akcenat staviti na značaj zdravlja i zaštitu životne sredine. Nastavnik kroz diskusiju sa učenicima/cama može da diskutuje o ekološkom pristupu dobivanja i upotrebe metala i nemetala kao i prisustvo principa zelene hemije u industrijskim procesima.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Međupredmetna povezanost može se ostvariti s nastavom *Matematike* (izračunavanje stehiometrijskih zadataka, procjena dobivenih rezultata, zaokruživanje), *Informatike* (pretraživanje informacija dostupnih na Internetu, prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tabelarno i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija), *Fizike* (korištenje odgovarajućih mjernih jedinica SI, bilježenje i obrada eksperimentalnih rezultata, pridržavanje mjera opreza), *Biologije* (briga o okolišu), *Geografije* (nalazišta hemijskih elemenata i spojeva u prirodi) *Bosanskog jezika i književnosti*, *Hrvatskog jezika i književnosti*, *Srpskog jezika i književnosti* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju Hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz Hemije korisna, primjenljiva, čime se razvija interes da njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti. Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

## C

### Struktura tvari i energija

#### C.I.1

Učenik/ca analizira promjenu energije pri fizičko-hemijskim promjenama tvari.

Učenik/ca objašnjava kvalitativno i kvantitativno značenje hemijskih jednačina.

Učenik/ca navodi primjere egzotermnih i endotermnih reakcija.

Učenik/ca analizira hemijske reakcije (npr. reakcije neutralizacije, reakcije taloženja).

Učenik/ca rješava jednostavne redoks reakcije.

Učenik/ca procjenjuje praktičnu primjenu hemijskih reakcija u određenoj struci (npr. farmacija, poljoprivreda, šumarstvo, veterina, medicina) i njihov uticaj na zdravlje i okolinu.

Učenik/ca objašnjava promjenu energije pri fizičko-hemijskim promjenama tvari.

Učenik/ca objašnjava karakteristike čvrstih, tečnih i gasovitih tvari te promjene agregatnih stanja na makroskopskom i čestičnom nivou.

#### C.I.2

Učenik/ca povezuje promjene tvari sa pretvaranjem energije unutar sistema.

Učenik/ca razlikuje hemijske veze i međumolekulske interakcije.

Učenik/ca predviđa fizičke i hemijske osobine spojeva na osnovu građe molekule.



### C.I.3

Učenik/ca upoređuje tvari bogate energijom.

Učenik/ca predviđa produkte hemijskih reakcija (npr. reakcija neutralizacije).

Učenik/ca izjednačava i analizira hemijske jednačine reakcija sinteze i analize.

### C.I.4

Učenik/ca primjenjuje matematičke vještine.

Učenik/ca izračunava brzinu hemijske reakcije na jednostavnijim primjerima.

Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenata sa stehiometrijskim zakonima.

Učenik/ca izračunava količine reaktanata i produkata na osnovu stehiometrijske jednačine hemijske reakcije.

Učenik/ca kombinuje jednostavne matematičke izraze pri rješavanju stehiometrijskih zadataka.

### C.I.5

Učenik/ca analizira principe pretvaranja hemijske energije u električnu i obrnuto i objašnjava osnovne procese na elektrodama galvanskog članka i elektrolizera.

Učenik/ca opisuje princip rada galvanskih članaka.

Učenik/ca objašnjava način nastajanja elektrodnog potencijala i elektromotorne sile galvanskog članka.

Učenik/ca navodi primjere primarnih i sekundarnih Galvanskih članaka kao izvore energije.

Učenik/ca predviđa hemijske reakcije na elektrodama Galvanskog članka.

Učenik/ca zapisuje i analizira jednačine hemijskih reakcija na elektrodama.

Učenik/ca prikazuje shematski Galvanske članke.

Učenik/ca upoređuje procese elektrolize taline i vodenog rastvora zadane soli.

## KLJUČNI SADRŽAJI

hemijske reakcije; energetske promjene pri hemijskim reakcijama; egzotermne i endotermne reakcije; brzina hemijske reakcije i energija aktivacije; faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije; stehiometrijska izračunavanja; elektroliza; Faradejevi zakoni elektrolize; galvanski članci; primarni i sekundarni galvanski članci; elektrodni potencijal; standardna vodikova elektroda; elektrohemijski niz.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Odabirom različitih metoda rada, nastavnih tehnika i različitih sredstava, laboratorijskih vježbi, IKT-tehnologije isl. nastavnik treba animirati učenike/ce. Eksperimente u sklopu ove oblasti treba pojednostaviti, prilagoditi da ih izvode učenici poštujući sva pravila rada uz primjenu sigurnosnih mjera. Važno je da učenici/ce razumiju eksperiment. Kad je eksperiment jasan lakše je napisati jednačinu hemijske reakcije ili riješiti neki računski zadatak.

Učenicima/cama treba dati dovoljno vremena za proces konceptualnog razumijevanja hemijskih i fizičkih promjena. Pri tome treba koristiti odabrane primjere, a nastavu ponajviše organizirati kao praktični rad. Kad je riječ o fizičkim osobinama tvari, jedna od njih je i agregatno stanje. Vrlo često se kod učenika/ca javlja miskonceptija da voda počinje isparavati tek kada dostigne temperaturu ključanja. Stoga je važno eksperiment topljenja leda i zagrijavanja vode do ključanja izvesti do kraja. Preporučuje se uvesti i čestični

prikaz agregatnih stanja stvari, kao i animacije, jer česta je i miskoncepcija da čestice u čvrstim tvarima u potpunosti miruju.

Nastavnik/ca treba naglasiti važnost hemijskih reakcija sinteze i analize. To su ključni aspekti u hemiji, posebno kada se govori o njoj primjeni u industrijskim procesima i u svakodnevnom životu. Da bi se neka sinteza u hemijskoj industriji izvela, potrebno je poznavati početne tvari, uslove pri kojima se reakcija odvija, mehanizam reakcije i produkte.

Na ovom nivou dovoljno je učenicima/cama na primjeru objasniti kako kod nepovratnih reakcija ne možemo dobiti polazne tvari natrag, dok povratne reakcije podrazumijevaju one kod kojih je moguće ponovno dobiti polazne tvari.

Elektrohemijski koncepti mogu predstavljati određenu teškoću za učenje ako učenici/ce nemaju dovoljno relevantnog predznanja za ovu oblast. Prije uvođenja novih pojmova, nastavnicima se savjetuje provjeravanje usvojenog znanja, te razjašnjavanje eventualno nejasnih pojmova i miskoncepcija. Ovakav pristup može se činiti kao „gubitak vremena“ inače potrebnog za obradu novih pojmova, ali će učenicima/cama olakšati usvajanje gradiva, što će se pokazati korisnim kasnije. Demonstracioni i laboratorijski eksperimenti su izuzetno korisni kako bi se učenici/ce lakše mogli prisjetiti ovih koncepata.

Na osnovu laboratorijskih eksperimenata reakcija različitih metala s vodenom otopinom hloridne kiseline iste koncentracije učenici/ce sami mogu poredati metale prema njihovoj reaktivnosti (intenzitetu izdvajanja mjehurića), što je korisno za razumijevanje elektrohemijskog niza metala. Učenici/ce trebaju razumjeti važnost Daniellovog članka (baterije), princip rada (pretvaranja hemijske energije u električnu) i razlikovati galvanski od elektrolitskog članka. Također, potrebno je da se vježbanjem usvoje pravila označavanja galvanskih članaka te pisanje polureakcija na elektrodama. Učenici/ce kao istraživački projekt mogu rastaviti različite vrste baterija i vidjeti šta se u njima nalazi, što su korisna znanja. Korisno znanje je i o sekundarnim galvanskim člancima – akumulatorima, koji su skupi, a lako se pogrešnim postupcima mogu uništiti.

Često korišteni eksperiment elektrolize vodene otopine natrij hlorida je potencijalno opasan jer se na anodi izdvaja hlor (treba voditi računa o koncentraciji vodene otopine i provjetrenosti učionice); umjesto tog eksperimenta može se uraditi elektroliza vodene otopine bakarnog sulfata, pri čemu se bakar uočava na katodi.

Učenik treba dobro poznavati one hemijske elemente i spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju. Kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

U okviru obrađenih tematskih cjelina akcenat staviti na značaj zdravlja i zaštitu životne sredine. Nastavnik kroz diskusiju sa učenicima/cama može da diskutuje o ekološkom pristupu dobivanja i upotrebe metala i nemetala kao i prisustvo principa zelene hemije u industrijskim procesima.

## **2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

U ovoj tematskoj cjelini moguća je povezanost sadržaja sa predmetima *Fizika* (Fizikalna hemija), *Historija* (historijski razvoj spoznaje o hemijskim reakcijama, povijesne činjenice o otkriću i porijeklu imena hemijskih elemenata), *Matematika* (različita stehiometrijska izračunavanja), *Likovna kultura* (izrada modela, izrada prezentacija projekata, postera), *Bosanski jezik i književnost*, *Hrvatski jezik i književnost*, *Srpski jezik i književnost* (usvajanje stručne terminologije, ponavljanje i utvrđivanje pravopisnih pravila vezanih za stručnu hemijsku terminologiju), *Informatikom* (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata tablično i/ili grafički upotrebom računara, primjena virtualnih laboratorija, simulacija i animacija submikroskopskog nivoa).

## **3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup**

Kod učenika/ca se razvija svijest o značaju hemije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o povezanosti hemije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici/ce uviđaju da su znanja iz hemije

korisna, primjenljiva, čime se razvija interes da njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

Učenici/ce zainteresirani za prirodne nauke ove sadržaje mogu dodatno istražiti i prezentirati razredu. Na taj se način razvija sposobnost izlaganja mišljenja i stavova, razvija se samopouzdanje u vlastite sposobnosti, te učenici/ce uče kako učiti. Razvija se i sposobnost samoprocjene uloženog truda, zalaganja i stečenog znanja te se na osnovu toga može planirati buduće učenje. Ako se učenički rad organizira u grupi, razvija se i sposobnost komunikacije s drugima, saradnje, te spremnosti da zatraži ili pruži pomoć kolegi u timu. Pored toga, kao i kod drugih nastavnih sadržaja, razvija se svijest učenika/ca o povezanosti nauka i naučnih disciplina, o potrebi primjene znanja u svakodnevnom životu i u budućim profesionalnim opredjeljenjima, kao i potreba za cjeloživotnim učenjem uslijed konstantnog napretka nauke. Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

## D Procesi i međudjelovanja živih i neživih sistema

### D.1.1

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu tvari i njihov uticaj na životnu sredinu.

Učenik/ca definiše osnovne probleme u zaštiti životne sredine, te globalne ekološke probleme (otpad, reciklaža otpada).

Učenik/ca navodi primjere promjena u životnoj sredini kao posljedicu hemijskih djelovanja.

Učenik/ca prepoznaje neusklađenost razvoja savremenog društva i očuvanja životne sredine.

### KLJUČNI SADRŽAJI

Otpad, reciklaža otpada; utjecaj industrija na životnu sredinu (farmaceutske, prehrambene itd.)

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Većina otpada završi na odlagalištu kao neupotrebljivo smeće. Čak preko 80% stvari upotrijebimo samo jednom, a zatim bacamo. Postajemo svjesniji da sirovine nisu jeftine i neiscrpne, da otprilike 80% otpada možemo reciklirati. U sklopu ove oblasti treba raditi na povezivanju hemije i tehnologije sa drugim naukama u cilju razvijanja svijesti o unapređivanju i zaštiti prirode, životne i radne sredine. Realizacija nastavnih sadržaja može se provesti u obliku radionica, istraživanja, izradom i predstavljanjem malih projekata u kojima će učenici/ce pokazati razvijanje svijesti o potrebi očuvanja i zaštite životne sredine kroz recikliranje otpada. Učenicima/cama treba skrenuti pažnju na povezanost ovih nastavnih sadržaja sa sadržajima iz drugih nastavnih predmeta, te da učenje ne završava kada se napusti školska zgrada. Očiglednost u nastavi hemije postiže se primjenom eksperimenata, slika, filmova, tabela i modela. Na ekološke probleme potrebno je ukazivati odgovarajućim primjerima iz svakodnevnog života. Učenicima/cama je potrebno omogućiti uključivanje u ekološke akcije zaštite životne okoline i pošumljavanje.

Od eksperimenata koji su prikladni za ove nastavne sadržaje izdvaja se filtriranje, promatranje zamućenosti različitih uzoraka vode, ispitivanje kiselosti, prisustva amonijaka i nitrita u različitim uzorcima vode i općenito u životnoj sredini. Nešto dugotrajniji učenički interdisciplinarni projekti uključuju ispitivanje djelovanja različitih štetnih tvari iz tla na rast biljaka. Izrada učeničkih projekata je od velike važnosti.

Moguće je provesti učenička istraživanja na temu koliko industrija utiče na zagađenje, te razvijati kritičko mišljenje o potrebi takvih pogona za jednu državu, kroz nužnost proizvoda tih industrija, njihovim uticajem na ekonomiju (zapošljavanje, radna mjesta), ali i na životnu okolinu. Važno je da učenici/ce shvate potrebu

za razvojem i upotrebom industrije u ekonomskom smislu, ali i da je svakodnevno potrebno ukazivati na ekološke probleme do kojih dolazi i potrebu pronalaženja rješenja za njih.

Učenik treba dobro poznavati one hemijske elemente i spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju. Kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne.

U okviru obrađenih tematskih cjelina akcentirati staviti na značaj zdravlja i zaštitu životne sredine. Nastavnik/ca kroz diskusiju sa učenicima/cama može da predaje o ekološkom pristupu dobivanja i upotreba metala i nemetala kao i prisustvo principa zelene hemije u industrijskim procesima.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Učenicima/cama treba skrenuti pažnju na povezanost nastavnih sadržaja sa sadržajima nastavnih predmeta: *Biologija* (očuvanje životne sredine, ekološke teme), *Matematika* (ekonomski aspekti razvoja industrije).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kroz izradu različitih učeničkih projekata razvija se svijest o potrebi očuvanja i zaštite životne sredine, o povezanosti između različitih nauka i naučnih disciplina, o tome da i kao pojedinci mogu, počevši od sebe, djelovati na zajednicu u cilju afirmacije održivog razvoja. Razvija se i sposobnost komuniciranja, uvažavanja različitih mišljenja, sposobnost za timski rad. Učenici/ce postaju svjesni ograničenja prirodnih resursa i potrebe njihovog očuvanja, racionalnijeg korištenja, kao i pronalaska alternativnih izvora energije, te u skladu s tim i potrebe za cjeloživotnim učenjem. Razvija se i svijest o značaju hemije i poznavanja hemijskih principa u nastojanjima da za nas i za buduće generacije omogućimo održivi razvoj u skladu s potrebama. Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

### ► Srednje ► II.

#### Godine učenja i podučavanja predmeta: 4

## A

### Tvari

#### A.II.1

Učenik/ca analizira klase organskih spojeva i njihove osobine.

Učenik/ca navodi funkcionalne grupe za odabrane klase organskih spojeva (ugljikovodici, organski spojevi sa kisikom i azotom).

Učenik/ca imenuje organske spojeve prema IUPAC nomenklaturi uz osvrt na trivijalne nazive organskih spojeva koji su u upotrebi u svakodnevnom životu.

Učenik/ca upoređuje različite klase organskih spojeva po hemijskom sastavu, strukturi, nomenklaturi i osobinama.

Učenik/ca prikazuje molekulsku, strukturnu, racionalnu i kondenzovanu formulu spojeva na osnovu imena spoja i obrnuto.

#### A.II.2

Učenik/ca objašnjava hemijsku reaktivnost prema funkcionalnim grupama.

Učenik/ca upoređuje reakcije organskih spojeva (supstitucija, adicija, oksidacija, redukcija, eliminacija, polimerizacija,...).

Učenik/ca razlikuje osnovne reakcije za dokazivanje organskih spojeva.

Učenik/ca navodi primjere reakcija zasićenih i nezasićenih spojeva.

<p><b>A.II.3</b> Učenik/ca analizira hemijske reakcije organskih tvari.</p>	<p>Učenik/ca predviđa osnovne reakcije organskih spojeva na osnovu strukture i prikazuje ih jednačinama.</p> <p>Učenik/ca analizira reakcije dobivanja organskih spojeva sa kisikom i azotom.</p>
<p><b>A.II.4</b> Učenik/ca objašnjava osobine, sastav i vrstu odabranih biomolekula primjenjujući hemijsku simboliku i terminologiju.</p>	<p>Učenik/ca uspoređuje osobine biomolekula prema sastavu i vrsti.</p> <p>Učenik/ca opisuje osobine sastav i vrstu biomolekula.</p> <p>Učenik/ca povezuje strukturu odabranih biomolekula s njihovom funkcijom u metaboličkim procesima.</p> <p>Učenik/ca navodi, osobine, sastav i vrstu odabranih biomolekula.</p>
<p><b>A.II.5</b> Učenik/ca analizira hemijske promjene odabranih biomolekula.</p>	<p>Učenik/ca analizira hemijske promjene unutar svake klase odabranih biomolekula.</p> <p>Učenik/ca analizira biohemijske procese i funkcionalno ih razdvaja.</p>
<p><b>A.II.6</b> Učenik/ca objašnjava hemijsku reaktivnost odabranih biomolekula prema funkcionalnim grupama.</p>	<p>Učenik/ca navodi tipove reakcija odabranih biomolekula na osnovu poznavanja strukture molekula.</p> <p>Učenik/ca razlikuje karakteristične reakcije za dokazivanje odabranih biomolekula.</p>
<p><b>A.II.7</b> Učenik/ca povezuje rezultate ogleđa s konceptualnim spoznajama.</p>	<p>Učenik/ca izvodi ogleđe u okviru oblasti.</p> <p>Učenik/ca navodi potencijalno štetne tvari u životnoj okolini.</p> <p>Učenik/ca predlaže mjere unapređenja zaštite životne okoline.</p> <p>Učenik/ca objašnjava zdravstvene rizike izloženosti štetnim hemikalijama.</p>

## KLJUČNI SADRŽAJI

Uvod u organsku hemiju; građa ugljika atoma; jednostruka, dvostruka i trostruka kovalentna veza; polarnost kovalentne veze; podjela organskih spojeva, način pisanja formula; organske hemijske reakcije; elementarna analiza (dokazivanje C, H, N, S i halogenih elemenata), reakcijski mehanizam slobodnih radikala; zasićeni i nezasićeni ugljikovodici; aromatski spojevi; organski spojevi sa kisikom (alkoholi; fenoli; eteri; aldehidi i ketoni; karboksilne kiseline; esteri); organski spojevi sa azotom (amini, amidi i nitro spojevi); polimerni materijali; hiralnost, optička aktivnost; ugljikohidrati; proteini; amino kiseline; masti i ulja; metabolizam; fotosinteza; stehiometrijska izračunavanja.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Organski spojevi su prisutni u svakodnevnom životu i potrebno je učenike/ce osposobiti da posmatraju, uočavaju i zapisuju svoja saznanja o njima. Pomoću primjera je učenike/ce potrebno poticati na uočavanje

globalnih problema na osnovu kojih se kod njih razvija svijest i potiče ih se na promišljanje o vlastitoj budućnosti.

Postavljanjem pitanja o strukturi atoma ugljika na osnovu njegovog modela, s učenicima/cama se može diskutirati o njegovoj osobini da se spaja s drugim atomima ugljika. Potrebno je objasniti postojanje velikog broja organskih spojeva u odnosu na anorganske. Također, treba učenike/ce potaknuti da istražuju nalaženje ugljika u prirodi, njegove alotropske modifikacije, njihove osobine i upotrebu.

Kroz različite nastavne aktivnosti učenici/ce mogu upoređivati ugljikovodike i njihove osobine. Učenici/ce se mogu navoditi razgovorom na zaključivanje o pravilima njihovog imenovanja (prefiksi i sufiksi), uočavanje razlika u molekulskim i strukturnim formulama, te zaključivanje o ovisnosti fizičkih osobina od strukture spoja.

Od hemijskih promjena koje uključuju organske spojevi učenici/ce bi trebali znati reakcije supstitucije alkana (halogenima), adicije na alkene i alkine (vodika, halogena, halogenovodika), polimerizacije (uključujući prepoznavanje monomera u polimeru), te oksidacije organskih spojeva. Zapisivanjem hemijskih jednačina karakterističnih reakcija učenici/ce povezuju znanja o osobinama organskih spojeva s načinom vezanja atoma vodika i kisika na atome ugljika. Primjeri trebaju biti jednostavni i primjereni uzrastu.

Učenici/ce na temu nafte mogu raditi male istraživačke projekte, te se tako može poticati samostalnost i interes za istraživački rad. Potrebno je istaći veliki značaj nafte kao goriva, ali i ukazati na nju kao zagađivača zraka, vode i tla.

Aromatski ugljikovodici mogu se obraditi na primjeru benzena, te istaknuti da je benzen veoma važna sirovina u organskoj hemijskoj industriji. Pri realizaciji nastavnih sadržaja o alkoholima potrebno je naglasiti štetan uticaj konzumacije alkohola na zdravlje čovjeka ali i na odnose u porodici.

Eksperimenti koji se mogu izvesti u sklopu ove tematske cjeline su: karameliziranje šećera, dobivanje etina, alkotest, rastvaranje alkohola u vodi, alkoholno vrenje, rastvaranje masti i ulja, Fehlingova i Tollensova reakcija na aldehide, rastvaranje metala u metanskoj i etanskoj kiselini, dokazivanje azota u urei, i brojni drugi, što svakako ovisi o opremljenosti škole. Učenici/ce mogu samostalno izvoditi neke jednostavne eksperimente, dok neke treba demonstrirati nastavnik/ca. Nastavne sadržaje iz ove tematske cjeline potrebno je povezati sa predznanjem učenika/ca iz nastavnog predmeta *Biologija* (masti, ulja, glukoza, fruktoza, saharoza, škrob, celuloza, proteini, enzimi). Nepotrebno je zahtijevati od učenika/ca da uče napamet strukturne hemijske formule biološki važnih spojeva. Pri obradi gradiva potrebno je težište staviti na ulogu ugljikohidrata, masnoća i proteina u živom svijetu.

Obradu sadržaja vezanih za masti i ulja treba povezati sa svakodnevnom ishranom. Može se razvijati interes za ovu tematiku kroz učenička istraživanja, npr. u domaćinstvu mogu pronaći namirnice bogate masnoćama, zabilježiti njihovu kaloričnu vrijednost i procijeniti njihov uticaj na zdravlje.

Važno je učenicima/cama istaknuti da su proteini prirodni polimeri, da su oni osnova svih živih organizama.

Učenike/ce treba upoznati s pojmovima katabolizam i anabolizam, osnovnim metaboličkim procesima u živom svijetu i povezati s pojmovima usvojenim na nastavi biologije u smislu mjesta održavanja metaboličkih procesa. Za navedeno se mogu koristiti razni online alati (simulacije i animacije). Također, učenici/ce trebaju shvatiti značaj vode za živi organizam, značaj održavanja pH vrijednosti.

Učenici/ce bi trebali naučiti čitati deklaracije na prehrambenim proizvodima i objasniti ih sa biohemijskog aspekta. Hrana koja se ne iskoristi za proizvodnju energije skladišti se u organizmu u obliku masti; učenici/ce bi trebali ovo znanje primijeniti kada čitaju sastav prehrambenih proizvoda. S učenicima/cama se može diskutirati o tome zašto trebamo redovno jesti, koja vrsta hrane daje najviše energije organizmu, kako su povezane toplotna i mehanička energija.

Od stehiometrijskih zadataka u ovoj nastavnoj cjelini mogu se raditi zadaci koji uključuju izračunavanje masenog udjela elemenata u spojevima, kao i zadaci vezani za izračunavanja na osnovu hemijskih jednačina.

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Preporučuje se učenicima/cama naglasiti poveznice s drugim nastavnim predmetima: *Fizikom* (instrumentalne metode određivanja strukture organskih spojeva bazirane na fizičkim principima), *Historijom* (historijski razvoj organske hemije i biohemije, uloga pojedinih produkata organske hemijske industrije nekad i danas), *Matematikom* (različita izračunavanja i rješavanje stehiometrijskih zadataka), *Informatikom* (obrada eksperimentalnih podataka upotrebom računara, primjena različitih aplikacija za nastavu organske hemije, npr. ChemDraw, Avogadro, virtualni hemijski laboratorij), *Biologijom* (heterociklični spojevi).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Odgojno djelovanje ogleda se kroz razvijanje svijesti kod učenika/ca o važnosti organske hemije i biohemije u svakodnevnom životu i u industrijskim procesima, organske sinteze u proizvodnji farmaceutskih preparata, te u vezi s tim, svijesti o interdisciplinarnoj povezanosti sadržaja iz organske hemije i biohemije s mnogobrojnim aspektima svakodnevnog života. Učenici/ce trebaju shvatiti važnost pridržavanja mjera opreza prilikom rada u laboratoriju i u industrijskim pogonima. Od velikog je značaja je da postanu svjesni uticaja organske hemije i potrebe cjeloživotnog učenja u kontekstu organske hemije, a u cilju donošenja odluka baziranih na činjenicama i eksperimentalnim rezultatim. Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

### C

## Struktura tvari i energija

### C.II.1

Učenik/ca a procjenjuje uticaj različitih izvora energije na životnu sredinu.

Učenik/ca analizira organske spojeve kao zagađivače životne sredine.

Učenik/ca prikazuje hemijskim jednačinama reakcije gorenja i pirolize organskih spojeva.

Učenik/ca analizira posljedice korištenja fosilnih goriva.

Učenik/ca predlaže modele za racionalno korištenje i uštedu, obnovljivih i neobnovljivih izvora energije.

Učenik/ca analizira važnost tehnoloških procesa za dobijanje energije.

Učenik/ca opisuje uticaj industrije (farmaceutska, automobilska, naftna...) i poljoprivrede na životnu sredinu.

### KLJUČNI SADRŽAJI

Pojam i značaj životne sredine; organska hemijska tehnologija kao zagađivač životne sredine; nafta i zemni gas.

### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

#### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Organski spojevi su prisutni u svakodnevnom životu i potrebno je učenike/ce osposobiti da posmatraju, uočavaju i zapisuju svoja saznanja o njima. Pomoću primjera je učenike/ce potrebno poticati na uočavanje globalnih problema na osnovu kojih se kod njih razvija svijest i potiče ih se na promišljanje o vlastitoj budućnosti.



Učenici/ce na temu nafta i zemni gas mogu raditi male istraživačke projekte, te se tako može poticati samostalnost i interes za istraživački rad. Potrebno je istaći veliki značaj nafte i zemnog gasa kao goriva, ali i ukazati na njih kao zagađivač zraaka, vode i tla.

Očiglednost u nastavi hemije postiže se primjenom eksperimenata, slika, filmova, tabela i modela. Na ekološke probleme potrebno je ukazivati odgovarajućim primjerima iz svakodnevnog života. Učenicima/cama je potrebno omogućiti uključivanje u ekološke akcije zaštite životne sredine i pošumljavanje.

Moguće je provesti učenička istraživanje na temu koliko industrija utiče na zagađenje, te razvijati kritičko mišljenje o potrebi takvih pogona za jednu državu, kroz nužnost proizvoda tih industrija, njihovim uticajem na ekonomiju (zapošljavanje, radna mjesta) ali i na životnu sredinu. Važno je da učenici/ce shvate potrebu za razvojem i upotrebom industrije u ekonomskom smislu, ali i da je svakodnevno potrebno ukazivati na ekološke probleme do kojih dolazi i potrebu pronalaženja rješenja za njih.

Učenik treba dobro poznavati one hemijske element i spojeve, sirovine i produkte koji su potrebni u njegovom zanimanju. Znati štetne i opasne hemikalije korisne u njegovom zanimanju. Kako se njima rukuje, kako su obilježene, da li su zapaljive, korozivne i otrovne

## 2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Učenicima/cama treba skrenuti pažnju na povezanost nastavnih sadržaja sa sadržajima nastavnih predmeta: *Biologija* (očuvanje životne sredine, ekološke teme), *Matematika* (ekonomski aspekti razvoja industrije).

## 3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Kroz izradu različitih učeničkih projekata razvija se svijest o potrebi očuvanja i zaštite životne sredine, o povezanosti između različitih nauka i naučnih disciplina, o tome da i kao pojedinci mogu, počevši od sebe, djelovati na zajednicu u cilju afirmacije održivog razvoja. Razvija se i sposobnost komuniciranja, uvažavanja različitih mišljenja, sposobnost za timski rad. Učenici/ce postaju svjesni ograničenja prirodnih resursa i potrebe njihovog očuvanja, racionalnijeg korištenja, kao i pronalaska alternativnih izvora energije, te u skladu s tim i potrebe za cjeloživotnim učenjem. Razvija se i svijest o značaju hemije i poznavanja hemijskih principa u nastojanjima da za nas i za buduće generacije omogućimo održivi razvoj u skladu s potrebama. Treba imati na umu da ono što učenici/ce budu sami uradili, vidjeli, napravili, doživjeli, zaključili ili izgovorili ostat će im u trajnom sjećanju. Zato učenici/ce ne bi trebali biti pasivni slušaoci koji sjede u klupama već trebaju postati aktivni sudionici u procesu učenja.

## Sve oblasti

### .II.1

Učenik/ca provodi istraživanje povezano sa sadržajima odabranoga ishoda i predstavlja rezultate istraživačkoga rada.

Učenik/ca postavlja/Formuliše istraživačko pitanje i hipotezu.\*\*

Učenik/ca prikuplja podatke eksperimentalno i/ili iz drugih izvora.\*\*\*

Učenik/ca obrađuje podatke, prikazuje ih tabelarno i grafički te donosi zaključak.

Učenik/ca pravilno citira te navodi popis literature i izvora.\*\*\*\*

Učenik/ca predstavlja rezultate istraživačkoga rada.\*\*\*\*\*

## KLJUČNI SADRŽAJI

Postavljanje istraživačkog pitanja i hipoteze. Prikupljanje podataka eksperimentalno ili iz drugih izvora. Obrada i prikazivanje podataka (tabelarno, grafički). Donošenje zaključka. Pravilno navođenje literature. Predstavljanje istraživačkog rada. Svi sadržaji predviđeni za izučavanje u drugom razredu.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

- \* Ishod povezan s istraživačkim radom učenik/ca obvezno ostvaruje u 2. razredu
- \*\* Istraživačko pitanje, hipoteza, tema istraživačkoga rada te njegov obim trebaju biti usklađeni s dobi učenika/ca i odgojno-obrazovnim ishodima za 2. razred
- \*\*\* Učenik/ca podatke može prikupiti iz dostupne literature, pouzdanih internetskih izvora, eksperimentalnim radom.
- \*\*\*\* Ostvaruje se u saradnji sa stručnim saradnikom školskim bibliotekarom
- \*\*\*\*\* Presentacija rezultata može biti usmena ili pismena te u različitim oblicima (posterska, digitalna...) ovisno o prethodnome dogovoru učenika/ca i nastavnika/ca.

# PK5 – Učenje i podučavanje

## Hemija - Učenje i podučavanje

### UČENJE I PODUČAVANJE U NASTAVI HEMIJE

Savremena nastava hemije teži razvijanju konceptualnog razumijevanja kod učenika/ca, počev od razvijanja sposobnosti opažanja do osposobljenosti učenika/ca da istraživanjem dođu do određenih zaključaka o pojavama u prirodi. Jedan od glavnih zadataka nastave hemije jeste aktivno uključivanje učenika/ca u nastavni proces, s posebnim naglaskom na sticanje znanja kroz istraživanje, vještine interpretiranja dobivenih podataka te kvalitetnog evaluiranja rezultata do kojih se došlo istraživanjem.

### Razvijanje konceptualnog razumijevanja

Nastava hemije treba biti zasnovana na principu zornosti, koncipirana tako da počiva na opažanju, analizi informacija, istraživanju, eksperimentalnom dokazivanju, kritičkom osvrtu kao i pouzdanosti te relevantnosti činjeničnog znanja. Ukoliko ne postoji mogućnost za direktnu interakciju (npr. nemoguće izvesti eksperiment – nedostatak materijala i opreme u školi), onda je potrebno učenicima/cama omogućiti sticanje zornog iskustva kroz video zapise eksperimenta ili virtualne eksperimente (simulacije). Nakon što se učenicima/cama pruži prilika da određenu pojavu spoznaju na iskustvenom nivou, potrebno je raditi na razvijanju unutrašnjih vizualnih predodžbi i uzročno-posljedičnih veza o ispitivanoj pojavi, pri čemu proces učenja može biti značajno olakšan korištenjem vanjskih vizualizacija (maketa, slika, simulacija i sl).

Od posebne je važnosti da učenici/ce nauče da su sve promjene koje uočavamo (na makroskopskom nivou) rezultat interakcija na čestičnom (submikroskopskom) nivou – nivo atoma, molekula, iona, a koje se mogu prikazati simbolički (simbolni nivo). Ovaj način opisivanja hemijskih promjena poznat je kao Johnstone-ov trokut. Zadaća nastavnika/ce je olakšati učenicima/cama razumijevanje veze između ova tri nivoa, prvenstveno kroz povezivanje makroskopskog sa submikroskopskim. Učenjem hemije treba se razvijati konceptualno razumijevanje, koje, svakako, uključuje kretanje između navedena tri nivoa bez teškoća.

Kada se učenik/ca upozna sa hemijskom pojavom kroz iskustvo, i stekne određenu vizualnu predstavu o pojavi, moguće je pristupiti njenom spoznavanju na nivou apstraktnih prikaza. Dakle, nastavni proces treba biti usmjeren na učenika/cu, koji treba izvoditi eksperimente, izrađivati simulacije, donositi zaključke, bilježiti i predstavljati svoje ideje i zapažanja.

Učenici/ce prije formalnog učenja *Hemije* kao nastavnog predmeta, razviju određene pogrešne predstave o pojavama – miskoncepcije, koje su utemeljene na direktnom iskustvu učenika/ce – upravo zbog toga je u nastavi

hemije važno identificirati miskoncepcije, raditi na njihovom rješavanju (uklanjanju) i razvijanju naučno utemeljenog razumijevanja hemijskih koncepata.

## Razvijanje kompetencije za korištenje naučnog metoda

Istraživanja u obrazovanju prirodnih nauka pokazala su da najmanje uspjeha ima „klasična“ nastava, u kojoj je nastavnik/ca u središtu, te kao takva nije dovoljno usmjerena na učenika/cu. Znanja i vještine najbolje se stiču aktivnim učestvovanjem učenika/ca u procesu učenja. Za razvijanje učeničkih kompetencija za korištenje naučnog metoda, od pomoći može biti istraživačka nastava hemije koja podrazumijeva rješavanje problema, grupni rad, izvještavanje o rezultatima rada, izvođenje zaključaka (uz pomoć nastavnika/ce), primjenu naučenog znanja i procjenu vlastitog napretka.

Navedeno se postiže nastavnim metodama koje učenika/cu stavljaju u središte odgojno-obrazovnog procesa, kao što su izrada multidisciplinarnih učeničkih projekata, problemska nastava, istraživanje, i to kroz individualni rad i rad u malim grupama. Frontalni rad preporučuje se kombinovati sa individualnim i grupnim radom učenika/ca.

Bitan aspekt naučnog metoda ogleda se i u korištenju matematičkog pristupa u hemiji. Vještinu korištenja matematičkog metoda, moguće je razvijati kroz rješavanje računskih zadataka na način da u okviru svake nove oblasti nastavnik/ca modelira rješavanje zadataka karakterističnih za tu oblast, demonstrirajući ih učenicima/cama, a zatim postepeno prebacuje odgovornost za rješavanje zadataka na učenike/ce.

Učenike/ce treba podstaći da rješavanje zadatka započnu vizualizacijom pojave. Najprije je potrebno identificirati pojavu, prodiskutirati o zapažanjima, potom ju predstaviti jednačinom i na osnovu toga riješiti postavljeni zadatak. Veoma je važno da učenici/ce ravnomjerno razvijaju činjenično, konceptualno i proceduralno znanje iz hemije, gdje su za razvoj konceptualnog znanja bitne rasprave i verbalizacija sadržaja, dok se proceduralno znanje može razvijati izradom računskih i eksperimentalnih zadataka i projekata.

### Pristup informaciono-komunikacionim tehnologijama u nastavi hemije

Informaciono-komunikacijske tehnologije (IKT) (npr. laptopi, projektori, tableti, mobiteli) mogu poboljšati podučavanje usmjereno na učenika/cu, pod uslovom da se koriste na ispravan način. Općenito, mogu se koristiti za poboljšanje komunikacije u nastavnom procesu (npr. multimedijalno prezentiranje informacija) i poboljšanje istraživačkih aktivnosti (npr. prikupljanje i obrada podataka).

Konkretno, tu su društvene mreže koje imaju potencijal razviti komunikacijske vještine, zatim različiti digitalni alati i senzori za prikupljanje podataka, video zapisi različitih eksperimenata koji se u školskim uvjetima ne mogu realizirati, animacije i simulacije čestičnog nivoa. Tehnologija nikako ne smije biti zamjena praktičnom (*hands-on*) iskustvu učenika/ca.

Nastavnik/ca ima autonomiju pri kreiranju nastavnog časa i korištenja IKT u cilju postizanja boljih rezultata u ostvarivanju ishoda učenja. Upotreba IKT je pravi izazov koji je učenicima zanimljiv, a nastavnom procesu daje raznolikost, očiglednost, efektivnost kao i dinamiku. Učeniku/ci i nastavniku/ci se omogućava da ispolje svoju kreativnost i inovativnost u odgojno-obrazovnom procesu. Ovakav pristup nastavniku/ci i učeniku/ci olakšava rad, prikupljanje i obradu podataka i prezentiranje rezultata, a sve u skladu sa očekivanim ishodima učenja.

## Ostvarivanje međupredmetne povezanosti

Učenici/ce i na osnovnoškolskom i srednjoškolskom nivou trebaju razviti svijest o povezanosti hemije s drugim prirodnim naukama, ali isto tako hemija je povezana i sa oblastima i nastavnim predmetima izvan prirodno-naučnog područja, kao što su *Historija, Matematika, Likovna kultura*. Povezivanje Hemije s drugim predmetima važno je u odgojno-obrazovnom procesu jer na taj način učenici/ce razvijaju bolje razumijevanje hemije čime se potiče njihov interes za hemiju. Samim tim, ni kurikulum iz predmeta *Hemija* ne treba se striktno vezati samo za hemijske koncepte, tim više što većina njih nije isključivo hemijska.

Radi cjelovitijeg i funkcionalnijeg spoznavanja prirodnih pojava poželjno je nastavu prirodnih nauka koncipirati na način da se olakšava integrisanje znanja (kako pojmova, tako i metoda) iz pojedinačnih disciplina.

Općenito, međupredmetno povezivanje moguće je ostvarivati kroz:

a) Implementiranje interdisciplinarnih projekata situiranih u autentične kontekste (npr. DNA i RNA iz perspektive biologije i iz perspektive hemije/biohemije). Ovaj način rada bi bilo efektivno provoditi kroz timsku nastavu u okviru projektnih sedmica, ali se uz pažljivo zajedničko planiranje nastavnika/ce može provoditi i u okviru klasične organizacije nastave.

b) Situiranje zadataka iz drugih prirodnih nauka i matematike u kontekste koji uključuju i sadržaje relevantne za hemiju.

c) Aktiviranje prethodno stečenog znanja iz drugih predmeta, a relevantnog za nastavu hemije.

Međupredmetno povezivanje u velikoj mjeri zavisi od saradnje nastavnika/ca pojedinih predmeta na planiranju i realizaciji nastavnog procesa. Dio međupredmetne korelacije izdvojene u ovom kurikulumu može biti dobra osnova za iniciranje saradnje. Ponuđena lista mogućih međupredmetnih korelacija se može zamijeniti/ dopuniti u skladu sa potrebama i interesima učenika/ca i nastavnika/ca.

### **Odgojno djelovanje i ostvarivanje ključnih kompetencija**

Odgojno djelovanje i razvijanje ključnih kompetencija kroz nastavu hemije odvija se kroz više segmenata i to kroz istraživački rad, eksperiment, problemsku i programiranu nastavu. Kroz nastavu hemije, naročitu pažnju treba posvetiti sljedećim vrijednostima, navikama i kompetencijama:

- razvijanje manuelnih vještina,
- objektivnost,
- stvaralačka znatiželja,
- kreativnost,
- radne navike,
- strpljivost,
- upornost,
- poduzetnost,
- komunikacijske kompetencije,
- matematičke i druge kompetencije.

Razvoj kompetencija u velikoj mjeri zavisi od kreativnosti i kompetencija samog nastavnika/ce. Kroz aktivnosti promatranja, eksperimentiranja i donošenja zaključaka, kod učenika/ca se mogu razviti manuelne vještine i objektivan pogled na neke pojave i saznanja. Kod same pripreme eksperimenta kod učenika/ca se budi stvaralačka znatiželja i kreativnost. Prezentiranjem rezultata (tabelarno, grafički ili računskim putem) razvijaju informatičke i matematičke kompetencije.

Odabirom resursa, koje će upotrijebiti pri prezentaciji i obradi podataka, učenici/ce u dobroj mjeri razvijaju komunikacijsko-tehničke kompetencije.

Organiziranjem grupnog rada učenici/ce stiču osjećaj da se njihov rad pri istraživanju oslanja na rad drugih učenika/ca, čime se razvijaju socioemocionalne kompetencije. Kontinuitet rada i povezanost sadržaja kod učenika/ca razvijaju radne navike, upornost i strpljivost.

### **Individualizacija i diferencijacija obrazovnog procesa**

Nastava hemije treba biti osmišljena da učenicima/cama pruži priliku da ispolje svoj talent i ostvare svoj maksimum kada je u pitanju učenje hemije. Uzimajući u obzir da učenici/ce imaju različite interese, neophodno je povremeno vršiti diferencijaciju i to po različitim osnovama. Neki učenici/ce pokazuju sklonost ka grupnom radu, dok se drugi nastoje kroz individualni rad dokazati i razviti svoj puni potencijal. Grupni rad je jedan od načina diferencijacije aktivnosti učenja. Unutar grupe postoje učenici/ce koji lakše i brže savladavaju zadatke, i koji će u grupi moći doći do izražaja, dok će učenici/ce koji teže i sporije savladavaju zadatke učiti kroz saradnju

s vršnjacima. Osim toga, primjena programiranih materijala osigurava diferencijaciju u smislu vremena potrebnog za rješavanje zadataka: bolji učenici/ce imaju priliku prije završiti zadatke i preći na nove.

U radu sa učenicima/cama s teškoćama u razvoju, potrebno je biti fleksibilan i prilagoditi nastavno okruženje, omogućiti upotrebu asistivne tehnologije i pomagala koje učenici/ce koriste, što svakako pozitivno utiče na sve učenike/ce. Potrebno je više potencirati praktični rad, rad u grupama ili u paru.

Nastavnici u svom radu veoma brzo uoče nadarene učenike/ce. Njihove potrebe se mogu uvažiti kroz prethodno opisane aktivnosti diferencijacije nastavnog procesa, kroz individualnu mentorsku pomoć ili rad na projektima. Rad sa nadarenim učenicima/cama može se unaprijediti kroz određene sekcije i vannastavne aktivnosti, unutar kojih je moguće obrađivati i gradivo koje je izvan okvira redovnog kurikuluma – ukoliko je to u skladu sa potrebama, sposobnostima i interesima učenika/ca. Unutar sekcije treba potencirati i rad na interdisciplinarnim projektima, kao i korištenje modernih tehnologija u nastavi hemije.

## Razlike u osnovnoškolskom i gimnazijskom pristupu nastavi hemije

Razlikujemo obim i dubinu konceptualnog razumijevanja u osnovnoj školi i u gimnaziji. Za očekivati je da su kompetencije učenika/ca u gimnazijama razvijenije u odnosu na kompetencije učenike/ce osnovnih škola, te se prema uzrastu prilagođava zahtjevnost problema. Za istraživački rad u osnovnoj školi potrebno je više usmjeravanja i uputa za provođenje istraživanja, dok se za učenike/ce gimnazije očekuje viši nivo kreativnosti i samostalnosti pri radu i rješavanju problema.

Neke karakteristike nastave hemije su zajedničke bez obzira na nivo obrazovanja, kao što su međupredmetna povezanost i provođenje učeničkih istraživanja. Razlike se ogledaju u tome što nastavnici u osnovnim školama učenike/ce uvode u temeljne koncepte, npr. mjerenje, kreiranje grafičkih prikaza, formulacija zapažanja, upotreba IKT, donošenje zaključaka. Nastavnici u srednjim školama nadovezuju se na ova znanja i vještine, nastojeći ih dodatno razviti, te unaprijediti matematičke vještine, kritičku procjenu sadržaja i materijala, što je najbolje uraditi povezivanjem prethodnog i novog znanja.

# PK6 – Vrednovanje u predmetnom kurikulumu

## Hemija – Vrednovanje i ocjenjivanje

U okviru nastave predmeta *Hemija* potrebno je kontinuirano prikupljati informacije o učeničkim postignućima. Bitno je prikupljati informacije prije i tokom samog procesa učenja kako bismo mogli pravovremeno unapređivati učenje (vrednovanje za učenje). Pored navedenog, bitno je prikupiti informacije o učeničkim postignućima nakon završenog procesa učenja, kako bismo ocijenili u kojoj mjeri su zacrtani ishodi učenja ostvareni (vrednovanje naučenog). Najzad, bitno je povremeno staviti i same učenike/ce u situaciju da promišljaju i iznose informacije o svom procesu učenja, pri čemu takvo prikupljanje informacija o učeničkim postignućima ujedno omogućava učenicima da „usputno“ dodatno uče (vrednovanje kao učenje).

Općenito, proces vrednovanja (prikupljanja informacija o učeničkim postignućima) treba biti usklađen sa postavljenim ciljevima i ishodima učenja, ali ne treba biti ograničen formulacijama pojedinačnih indikatora. U skladu sa ciljevima predmeta *Hemija*, potrebno je prikupljati informacije o učeničkim postignućima u sljedećim segmentima:

**1) Prisjećanje informacija i procedura:** odnosi se na sve informacije i procedure koje su eksplicitno obrađene u okviru nastavnog procesa (ili u udžbeniku) i na učeniku/ci je samo da ih se prisjeti (npr. informacije o tvarima, metodama i jeziku hemije).

**2) Objašnjavanje hemijskih promjena i pojava:** odnosi se primarno na razumijevanje i primjenu konceptualnog znanja u kvalitativnim kontekstima, pri čemu pitanja za provjeru sadrže situacije koje učenici nisu eksplicitno obrađivali u nastavi; izvođenje zaključaka o implikacijama hemije za društvo, svakodnevicu i tehnologiju.

**3) Korištenje vještina karakterističnih za rad u hemiji:** odnosi se primarno na vještine u nastavi hemije; uključuje vještinu rješavanja stehiometrijskih zadataka, planiranje i provođenje eksperimentalnog istraživanja, evaluiranje plana istraživanja, analizu i interpretiranje podataka i dokaza iz nekog naučnog izvještaja, razlikovanje između naučnih i nenaučnih argumenata, transformiranje jednog načina predstavljanja podataka u drugi, npr. tabelarno u grafikonsko predstavljanje, smišljanje načina unapređivanja pouzdanosti i mogućnosti generaliziranja podataka.

Neovisno o segmentima postignuća koji se vrednuju, vrednovanje treba da bude u funkciji razvoja učenika/ca. U tom smislu, ono treba da bude zasnovano na jasnim kriterijima sa kojima su učenici unaprijed upoznati te treba rezultirati obavezno korisnim povratnim informacijama za učenika/cu.

Najčešće primjenjive tehnike vrednovanja (načini prikupljanja informacija o postignućima) u nastavi hemije su: pismeno provjeravanje znanja, razgovor i usmeno provjeravanje znanja, aktivnosti učenika/ce pri rješavanju problema, provjeravanje kroz domaće zadatke, praktičan rad, plakati i prezentacije, pisanje eseja, seminarski radovi, projektni zadaci, eksperimentalni zadaci, konceptualne mape, portfolio i dnevnik učenja.

Nastavnik/ca ima autonomiju kada je u pitanju izbor tehnika vrednovanja i ocjenivanja učenika/ce, ali treba da pazi da odabrane tehnike posjeduju značajan potencijal, kada je u pitanju prikupljanje informacija o određenom skupu ishoda učenja.

Drugim riječima, bez obzira o kojoj tehnici vrednovanja se radi, potrebno je da zadaci i pitanja budu pažljivo odabrani, tj. da praktično budu odraz postavljenih ciljeva i sadržaja predmeta. Potrebno je kombinirati tehnike vrednovanja, kao i zadatke (esejske, objektivnog tipa, sa kratkim odgovorima). Naročito, kod složenijih vidova vrednovanja učeničkih postignuća, npr. vrednovanje projekata, eseja, portfolia, je bitno učenike/ce unaprijed upoznati sa kriterijima za vrednovanje te koristiti odgovarajuće opservacijske check-liste (npr. kod vrednovanja praktičnog rada) i/ili rubrike za vrednovanje.

Informacije o prisjećanju činjenica i procedura efikasno se mogu prikupljati kroz tradicionalne tehnike usmenog razgovora i testa.

Vrednovanje konceptualnog razumijevanja može se provesti kroz usmeni razgovor, ali i korištenjem konceptualnih i umnih mapa. Konceptualnim mapama učenici prikazuju međusobnu povezanost hemijskih pojmova te razvijaju naviku umrežavanja znanja hemije. Vrednovanje bi se moglo provoditi na temelju broja korektno uspostavljenih poveznica za određeni pojam ili sadržaj.

Kada je u pitanju vrednovanje vještina u nastavi hemije, kod računskih zadataka potrebno je izraditi kriterije za vrednovanje od postavke zadatka do konačnog rješenja. Kod esejskih i seminarskih zadataka, potrebno je vrednovati kroz opservaciju i check-liste.

Vrednovanje vještina može se efektivno provesti i kroz kontekst projektnih i eksperimentalnih zadataka. Kod projektnih zadataka mogući kriteriji za vrednovanje mogu biti sadržaji, izvještavanje, kvalitet prezentacije, rasprava i osvrt na naučeno. Pomoću projektnih zadataka mogu se razvijati poduzetnost i komunikacijske vještine kod učenika/ca. Mogući kriteriji za vrednovanje su: struktura, jasnoća, kreativnost, kvalitet izlaganja i pisani izvještaj. Raznovrsni misaoni procesi mogu se razvijati i kroz eksperimentalne zadatke, kod kojih možemo vrednovati pisani izvještaj o provedenom eksperimentu, ali i kvalitet rasprave o eksperimentalnim rezultatima (naučni metod).

Pored navedenih tehnika vrednovanja, koje mogu biti efikasne za prikupljanje informacija u ranije navedenim segmentima vrednovanja, poželjno je koristiti i tehnike vrednovanja koje po svojoj prirodi potiču samo učenje predmeta *Hemija*. Konkretno, portfolio i dnevnik učenja od učenika/ca zahtijevaju stalno angažiranje i promišljanje o onome što uče, te se time direktno potiče učenje (vrednovanje kao učenje).

U modernoj nastavi hemije značajnu ulogu imaju i učenički stavovi. Esejski zadaci mogu biti efikasan način provjere uticaja nastave hemije na razvoj stavova i viših kognitivnih procesa. Definiranje podzadataka pomaže u

usmjeravanju učenika/ca, kako ne bi izašli iz okvira teme. Sličnu funkciju kao i esejski zadaci, mogu imati i seminarski radovi. Kako kod eseja, tako i kod seminarskih radova, prilikom vrednovanja postignuća, treba uzeti u obzir – ne samo korektnost prikazanih podataka, nego i logičku strukturu rada te kvalitet izlaganja i rasprave.

## Profil i stručna sprema nastavnika

### Osnovna škola

Nastavnik predmetne nastave ima visoku stručnu spremu i izvodi nastavu od VI do IX razreda a nastavu može izvoditi i u V razredu na osnovu odluke direktora. Određene predmete izvodi i u I, II, III, IV razredu u skladu s nastavnim planom i programom koji reguliše profil i stručnu spremu nastavnika za taj predmet.

Nastavu u osnovnoj školi izvode osobe sa završenim VI ili VII stepenom stručne spreme, kao i osobe sa završenim I (prvim) ciklusom bolonjskog visokoobrazovnog procesa u trogodišnjem trajanju, sa najmanje ostvarenih 180 ECTS bodova odgovarajućeg(nastavničkog) smjera i stečenim zvanjem: nastavnik, odnosno profesor, odnosno bakalaureat/bachelor. (U osnovnoj školi radni odnos mogu zasnovati lica koja su završila prvi ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa do kraja 2020/2021. školske godine. Ova lica su obavezna završiti II ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa u roku od četiri godine od stupanja na snagu ovog zakona. U osnovnoj školi radni odnos mogu zasnovati i lica koja su stekla VI stepen stručne spreme po predbolonjskom sistemu studiranja. Ova lica su obavezna doškolovati se, u roku od tri godine, od dana donošenja programa doškolovanja. – Član 16. dopune člana 121. Sl.novine br. 33/21)

- Visoka stručna sprema (predbolonjski studij), Prirodno-matrematički fakultet, odsjek hemija nastavni ili opšti smjer sa položenim ispitom iz pedagoške i psihološke grupe predmeta (profesor ili hemijski inženjer),
- Viša stručna sprema (predbolonjski studij), Prirodno-matrematički fakultet, odsjek hemija nastavni smjer ( nastavnik hemije),
- Visoka stručna sprema (predbolonjski studij), odsjek biologija i hemija (profesor biologije i hemije),
- Viša školska sprema, Pedagoška akademija (predbolonjski studij), odsjek ekonomika domaćinstva i hemija (nastavnik ekonomike domaćinstva i hemije),
- Završen I (prvi) ciklus studija visokog obrazovanja (dodiplomski studij) u trajanju od najmanje tri, odnosno četiri studijske godine, sa akademskom titulom i stručnim zvanjem Bakalaureat/ Bachelor hemije/kemije,
- Završen II (drugi) ciklus studija visokog obrazovanja (pozdiplomski studij) sa akademskom titulom i stručnim zvanjem Magistra hemije/kemije,
- Završen III (treći) ciklus studija, sa naučnim zvanjem Doktor nauka i odgovarajućim stručnim profilo,.
- Nastavnik kulture življenja, hemije – VI stepen stručne spreme.

### Srednja škola – gimnazija

Općeobrazovnu, stručno-teorijsku, praktičnu i nastavu u okviru laboratorijskog rada, u srednjoj školi izvode lica:

1. Sa završenim najmanje VII stepenom stručne spreme, sa zvanjem profesora, ili završenim drugim fakultetom i položenom pedagoško-psihološkom i metodičko- didaktičnom grupom predmeta,
  2. Sa završenim II, odnosno III ciklusom bolonjskog visokoobrazovnog procesa na nastavničkom fakultetu ili drugom fakultetu i položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičnom grupom predmeta,
- Završen najmanje VII stepenom stručne spreme, sa zvanjem profesora hemije, ili završenim opštim smjerom studija hemije s položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičkom grupom predmeta,
  - završen II, odnosno III ciklusom studija hemije po bolonjskom visokoobrazovnom procesu na odgovarajućem fakultetu (Prirodno-matematički, nastavnički) i položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičkom grupom predmeta.



### **Srednja škola za stručno obrazovanje i obuku – tehničke škole**

Općeobrazovnu, stručno-teorijsku, praktičnu i nastavu u okviru laboratorijskog rada, u srednjoj školi izvode lica:

1. Sa završenim najmanje VII stepenom stručne spreme, sa zvanjem profesora, ili završenim drugim fakultetom i položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičnom grupom predmeta,
  2. Sa završenim II, odnosno III ciklusom bolonjskog visokoobrazovnog procesa na nastavničkom fakultetu ili drugom fakultetu i položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičnom grupom predmeta,
- VII stepenom stručne spreme, visoka stručna sprema (predbolonjski studij), Prirodno-matematički fakultet, odsjek hemija nastavni ili opšti smjer sa položenim pedagoško-psihološkom i metodičko- didaktičkom grupom predmeta,
  - VII stepenom stručne spreme, Visoka stručna sprema (predbolonjski studij), filozofski fakultet u Tuzli, odsjek biologija i hemija (profesor biologije i hemije),
  - Završen II (drugi) ciklus studija visokog obrazovanja(posdiplomski studij) sa akademskom titulom i stručnim zvanjem Magistra hemije/kemije,
  - Završen III (treći) ciklus studija, sa naučnim zvanjem Doktor nauka i odgovarajućim stručnim profilom, položenim pedagoškom grupom predmeta.

### **Srednja škola za stručno obrazovanje i obuku – stručne škole**

Općeobrazovnu, stručno-teorijsku, praktičnu i nastavu u okviru laboratorijskog rada, u srednjoj školi izvode lica:

1. Sa završenim najmanje VII stepenom stručne spreme, sa zvanjem profesora, ili završenim drugim fakultetom i položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičnom grupom predmeta,
  2. Sa završenim II, odnosno III ciklusom bolonjskog visokoobrazovnog procesa na nastavničkom fakultetu ili drugom fakultetu i položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičnom grupom predmeta,
- VII stepenom stručne spreme, visoka stručna sprema (predbolonjski studij), Prirodno-matematički fakultet, odsjek hemija nastavni ili opšti smjer sa položenim pedagoško-psihološkom i metodičko- didaktičkom grupom predmeta,
  - VII stepenom stručne spreme, Visoka stručna sprema (predbolonjski studij), filozofski fakultet u Tuzli, odsjek biologija i hemija (profesor biologije i hemije),
  - Završen II (drugi) ciklus studija visokog obrazovanja(posdiplomski studij) sa akademskom titulom i stručnim zvanjem Magistra hemije/kemije,
  - Završen III (treći) ciklus studija, sa naučnim zvanjem Doktor nauka i odgovarajućim stručnim profilom, položenim pedagoškom grupom predmeta.