

## Hemija- Opis predmeta

Otkrića u oblasti prirodnih nauka omogućila su značajan razvoj tehnologije što je dovelo i do promjena u kvaliteti 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 formalnom sticanju prirodno-naučne pismenosti.

Svrha poučavanja 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 eksperimenta kroz povezivanje makroskopskog (vidljivog), submikroskopskog (proces na nivou čestica) i simboličkog (hemijske jednačine i matematički izrazi) nivoa objašnjavanja hemijskih pojmova u logičku cjelinu.

Eksperimentiranje u raznim oblicima podržava sticanje znanja i razumijevanje pojmova, razvoj istraživačkih vještina i razumijevanje prirode nauke. Kroz omogućavanje postavljanja pitanja temeljenih na vlastitom iskustvu i na rezultatima eksperimenta razvija se navika sistematskog ispitivanja pojava i procesa. Osim toga, učenici/ce kroz eksperimentalni rad razvijaju radne i saradničke vještine, kreativno i kritičko razmišljanje, 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 okoline 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 iskorištava 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 općoj gimnaziji izučava se u sva četiri razreda, dok se u srednjim stručnim 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 tvari 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, podstiče 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.

## Hemija- Ciljevi učenja i podučavanja predmeta

U nastavi predmeta *Hemija* potrebno je težiti ostvarivanju sljedećih ciljeva:

- **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 svakodnevnim 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 imajući u vidu perspektivu baziranu na atomsko-molekularnoj teoriji.
- **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 suradničke vještine, kreativno i kritičko razmišljanje, 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 svojoj osnovi 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.

## Hemija – Oblasna struktura

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.

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, a 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.

Svaka tvar sadrži određenu količinu energije. Energija može prelaziti iz jednog oblika u drugi, a ta se pretvaranja odvijaju i u živom i 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 prijelazi, 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 promjena 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 ljudskome 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.





## Odgojno-obrazovni nivo i razred

- Osnovno
- 8

Godine učenja i podučavanja predmeta: 1

A Tvari

[A.8.1](#)

[A.8.2](#)

A Tvari

[A.8.1](#)

[A.8.2](#)

[A.8.3](#)

[A.8.4](#)

A Tvari

[A.8.1](#)

[A.8.2](#)

[A.8.3](#)

[A.8.4](#)

[A.8.5](#)

A Tvari

[A.8.1](#)

[A.8.2](#)

[A.8.3](#)

[A.8.4](#)

[A.8.5](#)

A  
Tvari

A.8.1

**Učenik/ca analizira važnost hemije u svakodnevnom životu.**

A.8.2

**Učenik/ca primjenjuje osnovna laboratorijska znanja i vještine.**

Učenik/ca identificira probleme koji mogu biti predmet istraživanja hemije.

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 navodi pravila ponašanja u kabinetu za hemiju i sigurnosne mjere tokom rada u laboratoriji.

Učenik/ca interpretira značenje hemijskih piktograma.

Učenik/ca kritički razmatra svrhu označavanja opasnih tvari koje se koriste u hemijskoj laboratoriji i u svakodnevnom životu.

Učenik/ca objašnjava namjenu laboratorijskog posuđa i pribora.

Učenik/ca 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 hemijskoj laboratoriji; znakovi opasnosti; laboratorijsko posuđe i pribor; mjerenja: mase, zapremine i temperature.

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

Nastavu hemije treba započeti izvođenjem eksperimenata popraćenih snažnim vizuelnim efektima kako bi sat bio dovoljno uzbudljiv da se učenici/ce zainteresuju za hemiju. Nastavne sadržaje iz predmeta Hemija zasnivati 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 potiče i usmjerava diskusiju.

Na uvodnim satima učenici/ce trebaju sami uvidjeti važnost hemije u svakodnevnom životu. 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.

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. virtualna laboratorija koja se pokazala 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 bazirala 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 / povijesti. 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 rukovanja laboratorijskim priborom i posuđem na način koji uvažava rad drugih učenika/ca (uredno opran i složen pribor i posude 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

**Učenik/ca objašnjava vrste tvari.**

[HEM-1.1.1](#)

Učenik/ca objašnjava sljedeće pojmove: tvar, hemijski element, hemijski spoj, homogena i heterogena smjesa.

Učenik/ca razlikuje čiste tvari (tj. elemente i spojeve) i smjese (homogene i heterogene) na osnovu njihovog sastava.

Učenik/ca navodi primjere čistih tvari i smjesa tvari koje se koriste u svakodnevnom životu.

Učenik/ca objašnjava pojmove: rastvorena tvar, rastvarač, rastvor, pripremajući rastvor zadanog masenog udjela.

Učenik/ca eksperimentalno istražuje kako temperatura, miješanje i površina tvari utiču na brzinu rastvaranja.

Učenik/ca objašnjava kako se fizičke metode mogu koristiti za odvajanje smjesa na njihove komponente.

A.8.4

**Učenik/ca primjenjuje matematičko znanje i vještine.**

[HEM-1.4.2](#)

A.8.2

**Učenik/ca istražuje fizičke i hemijske osobine tvari.**

[HEM-2.1.1](#) [HEM-2.1.2](#)

Učenik/ca razlikuje fizičke od hemijskih osobina tvari.

Učenik/ca klasificira tvari prema njihovim hemijskim osobinama (npr. je li tvar metalna ili nemetalna, sklona koroziji, zapaljiva).

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

Učenik/ca povezuje upotrebu materijala sa njihovim fizičkim (tačka topljenja i tačka ključanja, rastvorljivost) i hemijskim (korozija, zapaljivost) osobinama.

Učenik/ca upoređuje fizičke i hemijske osobine zagađenog i čistog zraka te zagađene i čiste vode.

A.8.3

**Učenik/ca analizira hemijske osobine tvari na primjerima oksida, kiselina, baza i soli.**

Učenik/ca razlikuje osnovne klase anorganskih spojeva na osnovu njihovog nastanka i sastava (oksidi, kiseline, baze, soli).

Učenik/ca objašnjava kako se kiselinsko-bazni indikatori koriste za procjenjivanje kiselosti i bazičnosti vodenih rastvora.

Učenik/ca 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).

Učenik/ca razvrstava rastvore na kisele, neutralne i bazne prema zadanim pH-vrijednostima.

Učenik/ca izračunava maseni udio hemijskog elementa u spoju.

Učenik/ca izračunava maseni udio komponenti u smjesi.

#### 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 poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

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

Istraživanja hemijskog obrazovanja identificirala su brojne učeničke miskoncepcije o osnovnim hemijskim pojmovima. Nastavnicima/cama se savjetuje prethodno identificiranje potencijalnih miskoncepcija kod učenika/ca, te poučavanje 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

Poučavanje 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 životne sredine), 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 pismenog 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**

**Učenik/ca analizira građu tvari.**

[HEM-1.1.2](#)

Učenik/ca opisuje građu atoma.

Učenik/ca opisuje građu molekula (npr. H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>).

Učenik/ca razlikuje molekule elemenata od molekula spojeva.

Učenik/ca razlikuje električki neutralne čestice (atomi, molekule) od naelektrisanih čestica (ioni).

**A.8.4**

**Učenik/ca primjenjuje hemijsku nomenklaturu i simboliku pri opisivanju sastava tvari.**

[HEM-1.1.4](#)

**A.8.2**

**Učenik/ca objašnjava tipove i karakteristike hemijskih veza.**

[HEM-3.1.1](#)

Učenik/ca objašnjava ulogu valentnih elektrona u formiranju hemijske veze.

Učenik/ca objašnjava kovalentnu i ionsku vezu.

Učenik/ca povezuje osobine tvari sa vrstom hemijske veze i međučestičnim interakcijama.

**A.8.5**

**Učenik/ ca primjenjuje matematičko znanje i vještine.**

[HEM-1.4.2](#)

**A.8.3**

**Učenik/ca koristi i tumači informacije sadržane u Periodnom sistemu elemenata.**

[HEM-1.1.3](#)

Učenik/ca objašnjava da su hemijski elementi u Periodnom sistemu elemenata raspoređeni na osnovu broja protona u jezgri atoma.

Učenik/ca objašnjava da su osobine elementa predvidive na osnovu položaja elementa u Periodnom sistemu elemenata i da elementi iste grupe imaju racionalnu promjenu fizičkih i hemijskih osobina.

Učenik/ca opisuje građu atoma hemijskog elementa na osnovu položaja u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca opisuje kvalitativni i kvantitativni sastav tvari hemijskim simbolima / formulama.

Učenik/ca primjenjuje pravila IUPAC nomenklature pri imenovanju hemijskih elemenata i spojeva.

Učenik/ca primjenjuje pravila određivanja valentnih brojeva u binarnim spojevima na osnovu zadanih hemijskih formula.

Učenik/ca primjenjuje pravila određivanja valentnih brojeva elemenata (1. i 2. grupe, C, N, O, S, F, Cl, Br, I) na osnovu njihovog položaja u Periodnom sistemu elemenata.

Učenik/ca izračunava broj subatomske čestice koje čine atom.

Učenik/ca izračunava relativnu molekulsku masu spoja na osnovu njegove hemijske formule.

#### 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 molekulsku masa (Mr); osobine ionskih i kovalentnih spojeva.

#### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

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

Ova tematska cjelina obuhvaća 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 usadene 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.

Obradom ove tematske cjeline učenici/ce se prvi put 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.

Na nivou osnovne škole dovoljno je 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 (iz provjerenih izvora) su korisni alati za poučavanje 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 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.

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 poučavati 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 elektroneutralan; računanje valencije, relativne atomske mase, broja subatomske čestice). Analogija strukture atoma sa Sunčevim sistemom korelira sa sadržajima *geografije*, dok izrada modela od plastelina i izrada čestičnih crteža povezuje poučavanje 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 izgovaranje istih.

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

Kroz jasno definisane 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 laboratoriji.



A  
Tvari

A.8.1

**Učenik/ca istražuje hemijske i fizičke promjene tvari.**

[HEM-3.1.2](#)

Učenik/ca upoređuje hemijske i fizičke promjene tvari na primjerima.

Učenik/ca istražuje promjene agregatnih stanja tvari.

Učenik/ca istražuje eksperimentalno hemijske reakcije (sinteze, analize).

Učenik/ca razlikuje povratne od nepovratnih hemijskih reakcija tvari.

Učenik/ca razvrstava hemijske reakcije na egzotermne i endotermne mjerenjem temperature.

A.8.2

**Učenik/ca primjenjuje Zakon o održanju mase.**

[HEM-1.2.1](#)

Učenik/ca objašnjava Zakon o održanju mase.

Učenik/ca provjerava Zakon o održanju mase na primjerima jednačina hemijskih reakcija.

Učenik/ca eksperimentalno provjerava Zakon o održanju mase.

A.8.3

**Učenik/ca koristi odgovarajuću terminologiju i simboliku za prikazivanje promjena tvari i stehiometrijska izračunavanja.**

[HEM-1.1.4](#) [HEM-1.2.3](#)

Učenik/ca zapisuje jednostavne hemijske jednačine hemijskih reakcija (sinteza, analiza).

Učenik/ca razlikuje stehiometrijske koeficijente od indeksa u hemijskim jednačinama.

Učenik/ca razlikuje pojmove: relativna atomska masa ( $A_r$ ), relativna molekulska masa ( $M_r$ ), molarna masa ( $M$ ) i količina tvari ( $n$ ).

Učenik/ca utvrđuje vezu između mase tvari, količine tvari i broja jedinki.

A.8.4

**Učenik/ca primjenjuje matematičko znanje i vještine.**

[HEM-1.4.2](#)

Učenik/ca izračunava kvantitativne odnose između reaktanata i produkata

na osnovu jednostavnih jednačina hemijskih reakcija.

Učenik/ca izračunava: broj jedinki, masu i količinu tvari.

Učenik/ca određuje empirijsku i molekulsku formulu spoja na osnovu zadatih podataka.

A.8.5

**Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.**

[HEM-1.4.3](#)

Učenik/ca demonstrira povratne i nepovratne procese (npr. promjene agregatnih stanja vode, gorenje papira).

Učenik/ca kreira grafičke i tabelarne prikaze rezultata mjerenja upotrebom informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT).

## 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); osnovni hemijski račun.

## PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja 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 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. 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 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, 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 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.

### 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 jezikom i književnosti* (usvajanje novih pojmova vezanih za hemiju i pravilnog pisanja i izgovaranja istih), sa nastavom *fizike* kroz obradu sadržaja o fizičkim promjenama tvari, 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 laboratoriji.

- Osnovno
- 9

Godine učenja i podučavanja predmeta: 2

B Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi	D Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema	D Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema	B Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi
<a href="#">B.9.1</a>	<a href="#">D.9.1</a>	<a href="#">D.9.1</a>	<a href="#">B.9.1</a>
<a href="#">B.9.2</a>	<a href="#">D.9.2</a>	<a href="#">D.9.2</a>	
<a href="#">B.9.3</a>	<a href="#">D.9.3</a>	<a href="#">D.9.3</a>	
	<a href="#">D.9.4</a>	<a href="#">D.9.4</a>	
	<a href="#">D.9.5</a>	<a href="#">D.9.5</a>	

B Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi	B.9.1 Učenik/ca utvrđuje osobine, sastav i vrstu tvari.	B.9.2 Učenik/ca kritički razmatra upotrebu anorganskih tvari te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okolinu.	B.9.3 Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.
	<a href="#">HEM-2.1.1</a>	<a href="#">HEM-1.3.3</a>	<a href="#">HEM-2.4.1</a> <a href="#">HEM-2.4.2</a> <a href="#">HEM-2.4.3</a>

Učenik/ca navodi najvažnije prirodne izvore pojedinih metala i nemetala.

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

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

Učenik/ca koristi hemijsku simboliku za prikazivanje jednačina hemijskih reakcija metala, nemetala i njihovih spojeva.

Učenik/ca navodi primjere upotrebe anorganskih tvari u svakodnevnom životu.

Učenik/ca analizira uticaj anorganskih tvari na čovjekovo zdravlje i okolinu.

Učenik/ca navodi posljedice neracionalne upotrebe anorganskih tvari na okolinu.

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline: Anorganske tvari.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Anorganske tvari.

Učenik/ca formuliira istraživačko pitanje na osnovu dostupnih podataka o metalima i nemetalima.

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.

Učenik/ca prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenim uz pomoć informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT).

#### 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 poučavanja 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. Preduslov za izvođenje eksperimenata jeste njihova kvalitetna priprema, odnosno prethodna provjera svih uslova 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) 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.

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.

Ekspерimenti 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 laboratoriji. 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 Učenik/ca objašnjava osobine, sastav i klase organskih spojeva.	D.9.2 Učenik/ca analizira hemijske reakcije organskih spojeva.	D.9.3 Učenik/ca primjenjuje hemijsku terminologiju i simboliku te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.
	<a href="#">HEM-4.1.1</a>	<a href="#">HEM-4.1.3</a>	<a href="#">HEM-1.4.2</a>

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.

Učenik/ca navodi funkcionalne grupe karakteristične za odabrane organske spojeve.

Učenik/ca objašnjava hemijske promjene organskih tvari na primjerima.

Učenik/ca prikazuje molekulske, kondenzovane i strukturne formule organskih spojeva.

Učenik/ca prikazuje različitim crtežima, modelima i jednačinama osnovne hemijske reakcije organskih spojeva.

Učenik/ca imenuje organske spojeve koristeći IUPAC sistem nomenklature.

Učenik/ca koristi matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline: Organske tvari.

D.9.4  
Učenik/ca kritički razmatra upotrebu organskih tvari te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okolinu.

D.9.5  
Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

[HEM-1.3.3](#)

[HEM-3.4.1](#) [HEM-3.4.2](#) [HEM-3.4.3](#)

Učenik/ca opisuje primjere upotrebe organskih tvari u svakodnevnom životu.

Učenik/ca analizira uticaj organskih tvari na čovjekovo zdravlje i okolinu.

Učenik/ca objašnjava posljedice neracionalne upotrebe organskih tvari na okolinu (plastične mase, fosilna goriva).

Učenik/ca izvodi oglede u okviru tematske cjeline: Organski spojevi.

Učenik/ca postavlja istraživačko pitanje na osnovu dostupnih podataka o organskim spojevima.

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 organskih spojeva u definisanim uslovima.

Učenik/ca prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenim uz pomoć informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT).

#### KLJUČNI SADRŽAJI

uvod u organsku hemiju; klasifikacija organskih spojeva; nafta; ugljikovodici (alkani, alkeni, alkini, aromatski ugljikovodici – benzen); organski spojevi sa kisikom ( alkoholi – metanol i etanol, organske kiseline – mravlja i sirćetna kiselina).

#### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

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

Kad god je to moguće, potrebno je za cilj nastavnog sata imati rješavanje odgovarajućeg problema ili dobivanje odgovora na neko pitanje, koje može formulisati 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 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, 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* (zagadenje okoline; 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 pravilnog izražavanja, prezentiranja, 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 hemije i uticaju hemije i proizvoda hemijske industrije u civiliziranom društvu općenito.

D Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema	D.9.1 <b>Učenik/ca objašnjava osobine, sastav i klase odabranih biološki važnih organskih spojeva.</b>	D.9.2 <b>Učenik/ca objašnjava hemijske promjene biološki važnih organskih spojeva.</b>	D.9.3 <b>Učenik/ca primjenjuje hemijsku simboliku i terminologiju.</b>
	<a href="#">HEM-4.2.1</a>  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.	<a href="#">HEM-4.2.2</a>  Učenik/ca navodi funkcionalne grupe karakteristične za odabrane biološke organske spojeve.  Učenik/ca objašnjava hemijske promjene biološki važnih organskih spojeva na primjerima reakcija.	<a href="#">HEM-2.4.3</a>  Učenik/ca prikazuje molekulske i strukturne formule biološki važnih organskih spojeva.  Učenik/ca prikazuje različitim crtežima, modelima i jednačinama osnovne hemijske reakcije biološki važnih organskih spojeva.
	D.9.4 <b>Učenik/ca analizira promjenu energije u biohemijskim sistemima.</b>	D.9.5 <b>Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.</b>	
	<a href="#">HEM-4.3.1</a>	<a href="#">HEM-4.3.1</a> <a href="#">HEM-4.3.3</a>	

Učenik/ca navodi primjere pretvaranja energije unutar organizma.

Učenik/ca objašnjava promjene energije u biohemijskim sistemima.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Biološki važni organske tvari.

Učenik/ca formuliра istraživačko pitanje na osnovu dostupnih podataka o biološki važnim organskim spojevima.

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

Učenik/ca provodi istraživanje koje uključuje promatranje i opisivanje određenih biološki važnih organskih spojeva u definisanim uslovima.

Učenik/ca prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenim uz pomoć informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT).

#### KLJUČNI SADRŽAJI

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

### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja 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 nekada 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 konc. 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 računaru), *Bosanski jezik i književnost*, *Hrvatski jezik i književnost*, *Srpski jezik i književnost* (sposobnost komuniciranja, gramatički pravilnog izražavanja, prezentiranja, usvajanje i utvrđivanje 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**  
**Učenik/ca analizira uticaj hemijskih tvari na okolinu.**

[HEM-1.3.2](#)

Učenik/ca navodi primjere promjena u životnoj okolini kao posljedicu hemijskih djelovanja.

Učenik/ca istražuje promjene u okolini metodom posmatranja.

Učenik/ca predlaže mjere unapređenja zaštite životne sredine (pravilno skladištenje otpadnog materijala, recikliranje).

Učenik/ca argumentuje doprinos hemije u zaštiti životne sredine.

**KLJUČNI SADRŽAJI**

zagađenje životne sredine; održivi razvoj; zaštita životne sredine; gospodarenje otpadom; reciklaža.

### **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 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.

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.

Od eksperimenata koji su prikladni za ove nastavne sadržaje izdvaja se filtriranje, promatranje zamućenosti različitih uzoraka vode, ispitivanje kiselosti, prisustva amonijaka i nitrata 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 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.

### **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.

- Srednje

- I

Godine učenja i podučavanja predmeta: 3

A Tvari	A Tvari	A Tvari	A Tvari
<a href="#">A.I.1</a>	<a href="#">A.I.1</a>	<a href="#">A.I.1</a>	<a href="#">A.I.1</a>
<a href="#">A.I.2</a>	<a href="#">A.I.2</a>	<a href="#">A.I.2</a>	<a href="#">A.I.2</a>
<a href="#">A.I.3</a>	<a href="#">A.I.3</a>	<a href="#">A.I.3</a>	<a href="#">A.I.3</a>
	<a href="#">A.I.4</a>	<a href="#">A.I.4</a>	<a href="#">A.I.4</a>
			<a href="#">A.I.5</a>
			<a href="#">A.I.6</a>

A Tvari	A.I.1	A.I.2	A.I.3
	<b>Učenik/ca primjenjuje odgovarajuće mjere opreza i pravilno koristi zaštitnu opremu.</b>	<b>Učenik/ca demonstrira vještine mjerenja i organizovanog bilježenja dobivenih podataka.</b>	<b>Učenik/ca predstavlja rezultate i podatke u jasnim i razumljivim formama.</b>
	<a href="#">HEM-1.4.1</a>	<a href="#">HEM-1.4.3</a>	
	<p>Učenik/ca opisuje potencijalne opasnosti u hemijskoj laboratoriji i odgovarajući postupak rješavanja svake od njih.</p> <p>Učenik/ca primjenjuje pravila ponašanja u hemijskom laboratoriju.</p> <p>Učenik/ca izvodi laboratorijske eksperimente primjenjujući mjere opreza i zaštite.</p>	<p>Učenik/ca demonstrira vještine planiranja i provođenja eksperimentalnog istraživanja koristeći laboratorijsku opremu i pribor.</p> <p>Učenik/ca koristi odgovarajuće instrumente, laboratorijsko posuđe i pribor u prikupljanju podataka.</p> <p>Učenik/ca koristi jedinice Međunarodnog sistema mjernih jedinica i prihvaćene izvedene jedinice u hemiji.</p> <p>Učenik/ca primjenjuje pravila određivanja značajnih cifri u dobivenom rezultatu.</p>	<p>Učenik/ca izrađuje laboratorijski izvještaj za provedeno istraživanje u zadanom obliku.</p> <p>Učenik/ca prikazuje dobivene rezultate tabelarno i grafički.</p>
	<p>KLJUČNI SADRŽAJI</p> <p>rad u hemijskoj laboratoriji (pravila sigurnosti i zaštite u hemijskoj laboratoriji, laboratorijski pribor i oprema).</p>		

### 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 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 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 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 (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.I.1 <b>Učenik/ca istražuje osobine, sastav i vrstu tvari.</b>	A.I.2 <b>Učenik/ca primjenjuje hemijsku nomenklaturu i simboliku.</b>	A.I.3 <b>Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.</b>
	<p><a href="#">HEM-2.1.1</a></p> <p>Učenik/ca razlikuje čiste tvari i smjese tvari na osnovu sastava.</p> <p>Učenik/ca predlaže i provodi postupak razdvajanja tvari iz smjese na osnovu poznavanja hemijskog sastava smjese i osobina sastojaka.</p> <p>Učenik/ca analizira vrste i osobine disperznih sistema.</p> <p>Učenik/ca povezuje osobine disperznih sistema s njihovom primjenom u svakodnevnom životu.</p> <p>Učenik/ca upoređuje tvari po sastavu, vrsti i osobinama.</p>	<p><a href="#">HEM-1.1.1</a></p> <p>Učenik/ca analizira i piše hemijske formule binarnih i poliatomskih spojeva.</p> <p>Učenik/ca imenuje spojeve koristeći IUPAC sistem nomenklature.</p> <p>Učenik/ca kvalitativno i kvantitativno analizira hemijske simbole i hemijske formule.</p> <p>Učenik/ca određuje empirijsku i molekulsku formulu spoja na osnovu podataka o masenim udjelima elemenata i relativne molekulske mase spoja.</p>	<p><a href="#">HEM-1.4.2</a></p> <p>Učenik/ca izračunava kvantitativni sastav smjese tvari iz zadatih podataka (maseni udio, masena i količinska koncentracija).</p> <p>Učenik/ca izračunava uticaj rastvorene tvari na koligativne osobine rastvora.</p> <p>Učenik/ca primjenjuje hemijski račun za pripremu rastvora određenog sastava razblaživanjem ili rastvaranjem čvrste tvari.</p>
	<p><b>A.I.4</b></p> <p><b>Učenik/ca analizira osobine oksida, kiselina, baza i soli primjenom laboratorijskih vještina kao i hemijske simbolike i terminologije.</b></p>		
	<p><a href="#">HEM-1.1.2</a> <a href="#">HEM-2.1.1</a></p>		

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

Učenik/ca objašnjava djelovanje pufera na primjerima.

Učenik/ca opoređuje kiseline, baze i puferne po njihovom sastavu i osobinama.

Učenik/ca ispituje primjenom indikatora svakodnevnih tvari te ih razvrstava na kisele ili bazne.

Učenik/ca kritički razmatra upotrebu oksida, kiselina, baza 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; izračunavanje sastava smjesa; maseni udio; masena i količinska koncentracija; hemijski simboli elemenata; hemijske formule; nazivi binarnih hemijskih spojeva; podjela disperznih sistema; razblaživanje rastvora; pravi rastvori (otopine); nezasićeni, zasićeni i prezasićeni rastvori; 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; puferi; 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.

### 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, 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 da njenim izučavanjem u kontekstu u kojem se percipiraju u budućnosti.

A Tvari	A.I.1 <b>Učenik/ca analizira građu tvari.</b>	A.I.2 <b>Učenik/ca analizira vrste i karakteristike hemijskog vezivanja.</b>	A.I.3 <b>Učenik/ca primjenjuje hemijsku simboliku pri objašnjavanju građe tvari.</b>
	<p><a href="#">HEM-1.1.2</a></p> <p>Učenik/ca hronološki opisuje saznanja o građi atoma i unaprijeđenja modela atoma.</p> <p>Učenik/ca razlikuje sljedeće pojmove: atomski i maseni broj, izotop, izoelektronska čestica.</p> <p>Učenik/ca razlikuje amorfne tvari, kristale, polimorfe i alotrope.</p>	<p><a href="#">HEM-1.1.3</a> <a href="#">HEM-3.1.1</a></p> <p>Učenik/ca razlikuje hemijske veze i međumolekulske interakcije.</p> <p>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.</p> <p>Učenik/ca predviđa prirodu veze (nepolarna kovalentna, polarna kovalentna, ionska) na osnovu koeficijenta elektronegativnosti atoma.</p> <p>Učenik/ca upoređuje fizičke osobine ionskih i molekulskih spojeva (npr. NaCl i HCl).</p> <p>Učenik/ca predviđa kako se mijenjaju polumjer, energija ionizacije i elektronski afinitet atoma elemenata u grupi i kroz periode Periodnog sistema elemenata.</p>	<p><a href="#">HEM-1.1.1</a></p> <p>Učenik/ca koristi hemijsku simboliku prilikom prikazivanja obrazovanja hemijskih veza.</p> <p>Učenik/ca prikazuje 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> <p>Učenik/ca određuje valentne i oksidacione brojeve elemenata u hemijskim formulama.</p>
	<p><b>A.I.4</b></p> <p><b>Učenik/ca primjenjuje matematičke vještine.</b></p> <p><a href="#">HEM-1.4.2</a></p>		

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 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); valencija; valentni broj; oksidacijski broj; Periodni sistem elemenata i elektronska konfiguracija atoma; ionska veza; kovalentna veza (jednostruka kovalentna veza, geometrija molekula, višestruke veze); osobine spojeva građenih po tipu kovalentne veze.

#### 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 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.

A Tvari	<b>A.I.1</b> <b>Učenik/ca analizira fizičke i hemijske promjene tvari.</b>	<b>A.I.2</b> <b>Učenik/ca analizira promjene tvari i razmjenu energije između sistema i okoline.</b>	<b>A.I.3</b> <b>Učenik/ca analizira osnovne stehiometrijske zakone.</b>
	<a href="#">HEM-3.1.2</a>  Učenik/ca razlikuje hemijsku analizu i sintezu, reverzibilne i ireverzibilne te egzotermne i endotermne procese.  Učenik/ca navodi primjere egzotermnih i endotermnih reakcija.  Učenik/ca analizira hemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari (npr. reakcije neutralizacije, reakcije taloženja, redoks reakcije).  Učenik/ca analizira promjene agregatnih stanja tvari na makroskopskom i čestičnom nivou.  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.	<a href="#">HEM-3.2.3</a>  Učenik/ca razlikuje sistem od okoline te načine izmjene tvari i energije.  Učenik/ca analizira izmjenu energije između sistema i okoline tokom fizičkih i hemijskih promjena.  Učenik/ca koristi grafički prikaz pri ilustraciji promjene energije.	<a href="#">HEM-1.2.1</a> <a href="#">HEM-1.2.2</a> <a href="#">HEM-1.2.3</a>  Učenik/ca objašnjava stehiometrijske zakone na konkretnim primjerima.  Učenik/ca povezuje rezultate eksperimenata sa stehiometrijskim zakonima.
	<b>A.I.4</b> <b>Učenik/ca koristi odgovarajuću hemijsku terminologiju i simboliku.</b>	<b>A.I.5</b> <b>Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine.</b>	<b>A.I.6</b> <b>Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama</b>
	<a href="#">HEM-1.1.4</a>	<a href="#">HEM-1.4.2</a>	<a href="#">HEM-1.4.3</a>

Učenik/ca objašnjava značenje količine tvari i njezine mjerne jedinice, mola.

Učenik/ca prikazuje hemijske promjene jednačinama hemijskih reakcija.

Učenik/ca izračunava odnose i vrijednosti količina, masa i volumena učesnika hemijske reakcije na osnovu jednačine hemijske reakcije.

Učenik/ca izračunava količinu, masu i molarnu masu tvari te broj čestica i molarni volumen gasa.

Učenik/ca primjenjuje jednačinu stanja idealnih gasova u računskim zadacima.

Učenik/ca objašnjava odnos limitirajućeg reaktanta i reaktanta u suvišku pri stehiometrijskom izračunavanju.

Učenik/ca kombinuje matematičke izraze pri rješavanju složenih stehiometrijskih zadataka.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Promjene tvari.

Učenik/ca analizira i interpretira podatke, grafikone i druge oblike informacija relevantnih za hemijske reakcije.

#### KLJUČNI SADRŽAJI

fizičke i hemijske promjene tvari; četiri osnovna stehiometrijska zakona; Daltonova atomska teorija; Avogadrov zakon; količina tvari ( $n$ ); molarna masa ( $M$ ); molarni volumen gasova ( $V_m$ ); 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.

#### 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 jednadžbi, te naglasiti da u jednadžbama 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 miskoncepcije, 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 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 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.

- Srednje
- II

Godine učenja i podučavanja predmeta: 4

C Struktura tvari i energija	C Struktura tvari i energija	B Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi	B Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi
<a href="#">C.II.1</a>	<a href="#">C.II.1</a>	<a href="#">B.II.1</a>	<a href="#">B.II.1</a>
<a href="#">C.II.2</a>	<a href="#">C.II.2</a>	<a href="#">B.II.2</a>	<a href="#">B.II.2</a>
	<a href="#">C.II.3</a>	<a href="#">B.II.3</a>	<a href="#">B.II.3</a>
	<a href="#">C.II.4</a>	<a href="#">B.II.4</a>	<a href="#">B.II.4</a>
			<a href="#">B.II.5</a>
			<a href="#">B.II.6</a>

C Struktura tvari i energija	C.II.1	C.II.2
	Učenik/ca analizira principe pretvaranja hemijske energije u električnu i obrnuto i objašnjava osnovne procese na elektrodama galvanskog članka i elektrolizera.	Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.
	<a href="#">HEM-3.1.2</a>	<a href="#">HEM-3.1.2</a>

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.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Elektrohemija.

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 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. 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.

**C**  
**Struktura**  
**tvori i**  
**energija**

**C.II.1**

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

[HEM-2.2.1](#)

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 biološkim sistemima.**

[HEM-2.2.2](#) [HEM-4.3.3](#)

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 na hemijsku ravnotežu u reakcijama koje uključuju reaktante i / ili produkte u gasovitom agregatnom stanju.

Učenik/ca predviđa uticaj pritiska i temperature na topljivost gasova u vodi.

Učenik/ca istražuje neke ravnotežne hemijske reakcije u organizmu.

**C.II.3**

**Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.**

[HEM-1.4.1](#) [HEM-1.4.3](#)

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Kinetika i ravnoteža hemijskih reakcija.

Učenik/ca interpretira rezultate prikupljene istraživanjem o faktorima koji utiču na brzinu reakcije.

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

**C.II.4**

**Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline: Kinetika i ravnoteža hemijskih reakcija.**

[HEM-1.4.2](#)

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; 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 eksperimenta, 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**

**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.

**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 princip klasifikacije 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 i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.**

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Kvalitativna i kvantitativna hemijska analiza.  
Učenik/ca istražuje osnovne principe primijenjene u instrumentalnim analitičkim metodama.

#### B.II.4

**Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline: Kvalitativna i kvantitativna hemijska analiza.**

#### [HEM-1.4.2](#)

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 Struktura i funkcionalna povezanost procesa u prirodi	<b>B.II.1</b> Učenik/ca utvrđuje osobine, sastav i vrstu tvari.	<b>B.II.2</b> Učenik/ca povezuje građu i osobine elementarnih tvari s njihovim položajem u Periodnom sistemu elemenata.	<b>B.II.3</b> Učenik/ca analizira hemijske promjene metala i nemetala.
	<a href="#">HEM-2.1.1</a>  Učenik/ca navodi zastupljenost i najvažnije prirodne izvore elemenata i spojeva.  Učenik/ca navodi opće osobine, dobivanje i primjenu: alkalnih i zemnoalkalnih metala, elemenata 13., 14., 15., 16., i 17. grupe Periodnog sistema elemenata.  Učenik/ca navodi osobine, dobivanje i primjenu željeza, bakra i cinka.  Učenik/ca primjenjuje simboličke prikaze potrebne za opisivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava zraka, vode i Zemljine kore.  Učenik/ca analizira sastav vode za piće i zraka te uticaj njihovog zagađenja na zdravlje ljudi.	<a href="#">HEM-2.1.2</a>  Učenik/ca argumentuje sličnost osobina elemenata unutar iste grupe Periodnog sistema elemenata.  Učenik/ca upoređuje osobine metala i nemetala.  Učenik/ca povezuje kristalnu strukturu metala i metalnu vezu sa osobinama metala i njihovom praktičnom primjenom.	<a href="#">HEM-2.1.3</a>  Učenik/ca analizira postupke dobivanja: željeza, bakra, cinka, alkalnih i zemnoalkalnih metala, elemenata 13., 14., 15., 16., i 17. grupe Periodnog sistema elemenata.  Učenik/ca prikazuje reakcije dobivanja odabranih metala, nemetala i njihovih važnih spojeva uz pomoć odgovarajućih hemijskih jednačina.
	<b>B.II.4</b> Učenik/ca primjenjuje matematičko znanje i vještine u okviru tematske cjeline: Anorganske tvari.	<b>B.II.5</b> Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.	<b>B.II.6</b> Učenik/ca utvrđuje važnost tehnoloških procesa i njihov uticaj na održivi razvoj.
	<a href="#">HEM-1.4.2</a>	<a href="#">HEM-2.4.1</a> <a href="#">HEM-2.4.2</a> <a href="#">HEM-2.4.3</a>	<a href="#">HEM-2.3.1</a>

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

Učenik/ca utvrđuje limitirajući reaktant i reaktant u višku

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Anorganske tvari.

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.

Učenik/ca prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenim uz pomoć informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT).

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

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

#### 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; alotropija ugljika: procesi dobivanja, osobine i osnovne reakcije uz primjenu fulerena, nanocjevčica, grafena, grafita i dijamanta. 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; hemijska tehnologija; održivi razvoj; 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.

## 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* (eksperimentalna znanja i vještine laboratorijskog rada, pridržavanje mjera zaštite i opreza u laboratoriju, briga o okolinu, 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.

- Srednje
- III

Godine učenja i podučavanja predmeta: 5

#### D Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

[D.III.1](#)

[D.III.2](#)

[D.III.3](#)

[D.III.4](#)

[D.III.5](#)

[D.III.6](#)

[D.III.7](#)

D Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema	D.III.1 <b>Učenik/ca analizira osobine, sastav i klase organskih spojeva.</b>	D.III.2 <b>Učenik/ca analizira hemijske reakcije organskih tvari.</b>	D.III.3 <b>Učenik/ca objašnjava hemijsku reaktivnost prema funkcionalnim grupama.</b>
	<p><a href="#">HEM-4.1.1</a></p> <p>Učenik/ca objašnjava sličnosti i razlike u fizičkim osobinama unutar svake klase organskih spojeva i povezuje ih sa strukturom njihovih molekula i međumolekulskim interakcijama.</p> <p>Učenik/ca povezuje fizičke i hemijske osobine organskih spojeva s upotrebom i značajem u svakodnevnom životu.</p> <p>Učenik/ca upoređuje različite vrste organskih spojeva po hemijskom sastavu, strukturi, nomenklaturi i osobinama.</p> <p>Učenik/ca identifikuje vrste izomerije i ilustruje strukturne formule organskih izomera.</p>	<p><a href="#">HEM-4.1.3</a></p> <p>Učenik/ca objašnjava hemijske promjene unutar svake klase organskih spojeva.</p> <p>Učenik/ca navodi načine dobivanja organskih spojeva koji imaju primjenu u svakodnevnom životu i piše odgovarajuće jednačine hemijskih reakcija.</p>	<p><a href="#">HEM-4.1.2</a></p> <p>Učenik/ca klasificira organske spojeve na osnovu funkcionalnih grupa.</p> <p>Učenik/ca predviđa tipove reakcija organskih spojeva na osnovu poznavanja strukture molekula.</p> <p>Učenik/ca predviđa produkte hemijskih reakcija organskih spojeva na osnovu reaktivnosti funkcionalnih grupa.</p>

**D.III.4**

**Učenik/ca primjenjuje hemijske nazive i simboliku te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.**

[HEM-1.4.2](#)

Učenik/ca imenuje organske spojeve prema IUPAC nomenklaturi.

Učenik/ca prikazuje molekule organskih spojeva ispisujući kondenzovane i strukturne formule spojeva na osnovu naziva spoja i obrnuto.

Učenik/ca navodi trivijalne nazive organskih spojeva koji su u upotrebi u svakodnevnom životu.

Učenik/ca prikazuje hemijske promjene organskih spojeva ispisujući jednačine hemijskih reakcija.

Učenik/ca prikazuje modelima građu organskih spojeva.

Učenik/ca provodi stehiometrijska izračunavanja na osnovu hemijskih reakcija organskih spojeva.

**D.III.7**

**Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.**

[HEM-3.4.1](#) [HEM-3.4.2](#) [HEM-3.4.3](#)

**D.III.5**

**Učenik/ca procjenjuje korist i/ili štetu organskih spojeva koji se koriste svakodnevno te njihov uticaj na čovjekovo zdravlje i okolinu.**

[HEM-1.3.3](#)

Učenik/ca prikuplja i kritički procjenjuje informacije o primjeni organskih spojeva u svakodnevnom životu i njihov uticaj na zdravlje ljudi.

Učenik/ca predlaže mogućnosti smanjenja upotrebe organskih spojeva koji su štetni za čovjeka i okolinu.

**D.III.6**

**Učenik/ca procjenjuje uticaj različitih izvora energije na okolinu.**

[HEM-3.3.3](#)

Učenik/ca analizira posljedice korištenja fosilnih goriva.

Učenik/ca predlaže modele za racionalno korištenje i uštedu neobnovljivih izvora energije.

Učenik/ca procjenjuje uticaj fosilnih goriva na održivi razvoj.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Organske tvari.

Učenik/ca formulira istraživačko pitanje na osnovu dostupnih podataka o upotrebi proizvoda organske hemijske industrije.

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

Učenik/ca prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenih uz pomoć informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT).

#### 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; alkani – struktura, nomenklatura, osobine; cikloalkani- struktura, nomenklatura; izvori i upotreba alkana; alkeni- struktura, nomenklatura, osobine; primjena etena; alkini- struktura, nomenklatura, osobine; dobivanje i primjena; halogeni derivati ugljikovodika; aromatski ugljikovodici; struktura molekule benzena; heterociklični aromatski spojevi; hemijske osobine benzena; nomenklatura aromatskih spojeva; kondenzirani aromatski ugljikovodici; primjena arean; alkoholi; fenoli; eteri; aldehidi i ketoni- nomenklatura, fizičke osobine aldehida i ketona, dobivanje aldehida i ketona, adicijske reakcije na karbonilnoj grupi; oksidacija aldehida i ketona, redukcija aldehida i ketona; glavni predstavnici aldehida i ketona; karboksilne kiseline i njihovi derivati; nomenklatura karboksilnih kiselina; fizičke osobine karboksilnih kiselina; dobivanje karboksilnih kiselina; najvažniji predstavnici karboksilnih kiselina; esteri; organski spojevi sa azotom; struktura i nomenklatura amina; fizičke osobine amina; hemijske osobine amina; organski polimeri – osobine i primjena na osnovu strukture: celuloza, guma, najlon, kevlar, teflon, stiropor, plastične mase, vinil-polimeri; stehiometrijska izračunavanja.

#### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

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

Organska hemija vrlo je važna grana hemije zbog jedinstvenosti ugljika i velikog broja njegovih spojeva.

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. 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. U dvanaestoj godini školovanja učenici/ce bi morali biti osposobljeni za nešto više od pasivnog sjedenja i slušanja. Zato nastavu hemije treba organizovati tako da do izražaja dođu učeničke sposobnosti. Nije bitno koliko hemijskih reakcija i reakcijskih mehanizama učenik/ca poznaje, već kako ih zna primijeniti.

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. Danas se struktura i najsloženijih molekula određuje rentgenskom strukturnom analizom, spektrometrijom masa, infracrvenom spektroskopijom, nuklearnom magnetnom rezonancijom i mnogim drugim instrumentalnim metodama. 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 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.

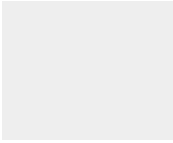

## **2.Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije**

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 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.

---

- Srednje
- IV

Godine učenja i podučavanja predmeta: 6

D Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema

[D.IV.1](#)

[D.IV.2](#)

[D.IV.3](#)

[D.IV.4](#)

[D.IV.5](#)

[D.IV.6](#)

[D.IV.7](#)

[D.IV.8](#)

[D.IV.9](#)

D	D.IV.1	D.IV.2	D.IV.3
Procesi i međudjelovanje živih i neživih sistema	Učenik/ca objašnjava osobine, sastav i klase odabranih biomolekula primjenjujući hemijsku simboliku i terminologiju.	Učenik/ca analizira hemijske promjene odabranih biološki važnih organskih spojeva.	Učenik/ca objašnjava hemijsku reaktivnost prema funkcionalnim grupama.
	<a href="#">HEM-4.2.1</a>	<a href="#">HEM-4.2.2</a>	<a href="#">HEM-4.1.2</a>

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

Učenik/ca povezuje strukturu biološki važnih organskih spojeva sa osobinama i funkcijom u metaboličkim procesima.

Učenik/ca upoređuje različite vrste biološki važnih organskih spojeva po sastavu, strukturi, nomenklaturi i osobinama.

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 analizira hemijske promjene unutar svake klase biološki važnih organskih spojeva.

Učenik/ca analizira biohemijske procese i funkcionalno ih razlučuje.

Učenik/ca navodi tipove reakcija biološki važnih organskih spojeva na osnovu poznavanja strukture molekula.

Učenik/ca razlikuje karakteristične reakcije za dokazivanje biološki važnih organskih spojeva.

D.IV.4

**Učenik/ca ispituje pretvaranje energije tokom biohemijskih reakcija.**

[HEM-4.2.3](#)

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

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.**

[HEM-4.3.3](#)

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 osobina enzima.

D.IV.6

**Učenik/ca primjenjuje hemijske nazive i simboliku te se koristi matematičkim znanjima i vještinama.**

[HEM-1.4.2](#)

Učenik/ca primjenjuje znanje o imenovanju biološki važnih organskih spojeva.

Učenik/ca identificira trivijalne nazive biološki važnih organskih spojeva.

Učenik/ca piše jednačine hemijskih reakcija biološki važnih organskih spojeva.

Učenik/ca primjenjuje matematička znanja i vještine u okviru tematske cjeline: Biološki važne organske tvari.

D.IV.7

**Učenik/ca analizira prirodne sisteme kao funkcionalnu i strukturnu cjelinu, kao i njihovu povezanost i ovisnost**

[HEM-4.3.2](#)

D.IV.8

**Učenik/ca povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.**

[HEM-4.4.1](#) [HEM-4.4.2](#) [HEM-4.4.3](#)

D.IV.9

**Učenik/ca analizira primjenu biotehnologije u različitim sferama života.**

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.

Učenik/ca izvodi eksperimente u okviru tematske cjeline: Biološki važne organske tvari.

Učenik/ca formuliра istraživačko pitanje na osnovu dostupnih podataka o ulozi biološki važnih organskih spojeva.

Učenik/ca postavlja hipotezu o očekivanim rezultatima interdisciplinarnog istraživanja usklađenog sa psihofizičkim uzrastom učenika/ca.

Učenik/ca prezentira rezultate istraživanja koristeći se tabelarnim i grafičkim prikazima izrađenim uz pomoć IKT.

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

ugljikohidrati (monosaharidi, disaharidi, polisaharidi); reakcije monosaharida; stereozomerija; masti i ulja; sapuni i deterdženti; voskovi; fosfolipidi; steroidi; aminokiseline; kiselinsko-bazne osobine aminokiselina; stereo­hemija 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 kiseline; 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 biotehno­loškim postupcima; stehiometrijska izračunavanja.

#### PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

##### 1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja 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. 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.

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 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).

U okviru ove tematske cjeline mogu se izvesti sljedeći eksperimenti: redukcijaska svojstva aldoza (Tollensova, Fehlingova, Benedictova reakcija), reakcija disaharida s Tollenšom 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 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 njenoj 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.





## 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 videozapise 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 vizuelnih predodžbi i uzročno-posljedičnih veza o ispitivanoj pojavi, pri čemu proces učenja može biti značajno olakšan korištenjem vanjskih vizuelizacija (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 vizuelnu 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 razvijaju 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, prodiskutovati 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 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 informacijsko-komunikacionim tehnologijama u nastavi hemije

Informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) (npr. laptopi, projektori, tableti, mobiteli) mogu poboljšati poučavanje 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, videozapisi različitih eksperimenata koji se

u školskim uslovima 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 sata 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 prezentovanje 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.

Organizacijom 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 savladaju zadatke, i koji će u grupi moći doći do izražaja, dok će učenici/ce koji teže i sporije savladaju 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 se 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 gimnaziji. Za očekivati je da su kompetencije učenika/ca u gimnazijama razvijenije u odnosu na 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 za učenike/ce gimnazije očekuje se 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.

## 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; izvođenja zaključaka o implikacijama hemije za društvo, svakodnevnicu 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 zadaće, 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 osnovu broja korektno uspostavljenih poveznica za određen 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 podstiču samo učenje predmeta Hemija. Konkretno, portfolio i dnevnicu učenja od učenika/ca zahtijevaju stalno angažovanje i promišljanje o onome što uče, te se time direktno podstiče 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. Definisanje 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.



