



Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
KANTON SREDIŠNJA BOSNA/SREDNJOBOSANSKI KANTON
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, ZNANOSTI, MLADIH, KULTURE I ŠPORTA
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, NAUKE, MLADIH, KULTURE I SPORTA

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA
KEMIJA
ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE

Travnik, lipanj 2025.



Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
KANTON SREDIŠNJA BOSNA/SREDNJOBOSANSKI KANTON
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, ZNANOSTI, MLADIH, KULTURE I ŠPORTA
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, NAUKE, MLADIH, KULTURE I SPORTA

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA

KEMIJA

ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE

Travnik, lipanj 2025.

Kurikulum nastavnog predmeta Kemija za osnovne škole i gimnazije

Voditelj predmetne Radne skupine:

dr. sc. Stanislava Talić, red. prof.

Radna skupina za izradu predmetnog kurikulumu:

Danijela Sabljčić

Tanja Čiča

Mate Boban

Anita Martinović-Bevanda

Dražana Hegediš

Ilija Mikić

Stručni tim za razvijanje, prilagodbu i inoviranje predmetnih kurikuluma i njihovu primjenu u osnovnim i srednjim školama na području Kantona Središnja Bosna u kojima se nastavni proces realizira na hrvatskom jeziku

Ivica Augustinović, voditelj stručnog tima

Dražana Hegediš, voditelj radne skupine

Tanja Nikolić, član

Iva Stanić, administrator online platforme

Recenzent:

dr. sc. Amela Medar, doc.

SADRŽAJ

A/ OPIS PREDMETA	5
B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA	7
C/ PREDMETNO PODRUČJE KURIKULUMA	7
D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	9
<i>8. razred /70 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>9</i>
<i>9. razred /66 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>14</i>
<i>1. razred gimnazije /70 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>20</i>
<i>2. razred gimnazije /70 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>26</i>
<i>3. razred gimnazije /70 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>32</i>
<i>4. razred gimnazije /60 nastavnih sati godišnje/</i>	<i>38</i>
E/ UČENJE I PODUČAVANJE	45
F/ VREDNOVANJE I OCJENJIVANJE	48

A/ OPIS PREDMETA

Kemija je prirodna znanost koja ima važnu ulogu u opismenjavanju učenika u području prirodnih znanosti i tehnologije. Kao znanost o tvarima, njihovom sastavu, međusobnoj pretvorbi i energiji, ona doprinosi jasnom i trajnom razumijevanju prirode i njezinih procesa. Ovaj se predmet pozitivno odražava na stvaranje realne slike o tehnološkim i energetskim problemima suvremenog društva i pomaže učenicima izabrati buduća zvanja.

U podučavanju Kemije, kao i kod drugih prirodoslovnih predmeta, važan je razvoj osobnosti učenika, samostalnosti, sposobnosti timskog rada, odgovornosti i radnih navika. Učenici razvijaju više mentalne procese aktivnim učenjem, sudjelovanjem u istraživanju, eksperimentiranju i obradi rezultata. Svrha poučavanja predmeta kemija je i razvoj pozitivnog stava prema tom predmetu i prirodoslovlju općenito. Ona kod učenika razvija osjećaj odgovornosti i poštovanja prema prirodi te sposobnost procjene rizika zbog tehnološkog razvoja društva u cjelini.

Kurikulum je osmišljen kao problemski, usmjeren je na učenike te povezan sa svakodnevnim životom. Takav pristup pomaže razviti kod učenika sposobnost sustavnog i kreativnog rješavanja problema te ih motivira za cjeloživotno učenje. Učenici se osposobljavaju za ispravno korištenje različitih izvora informacija i za razlikovanje onoga što je značajno od onoga što je beznačajno. Podučavanje predmeta doprinosi ostvarenju društva znanja i dobrobiti za sve njegove članove. S drugim predmetima pomaže učenicima razumjeti osnovne strategije održivog razvoja životne sredine.

Podučavanje predmeta Kemija utječe na razvoj temeljnih kompetencija poput društveno odgovornog ponašanja i pozitivnog djelovanja prema svim članovima društva i prema okolišu. Pomaže razumjeti odnos između čistog okoliša i zdravog organizma. Učenje kemije doprinosi razvoju zdravih stilova života i zdrave prehrane s gledišta kemijskih procesa koji se odvijaju u organizmima. Pozitivno se odražava na razvoj solidarnosti, osjetljivosti i moralnog ponašanja kod učenika. Doprinosi pismenosti i komunikacijskim vještinama u području znanosti i tehnologije. Pomaže razvoju inovativnih načina rješavanja problema i donošenju ispravnih odluka.

Temeljni kemijski koncepti (tvari, energija, procesi i promjene) poučavaju se prirodoslovno-znanstvenim pristupom kroz pokuse, teoriju i problemske zadatke. Osposobljava učenike da mogu razumjeti i analizirati sastav i građu živog i neživog svijeta koji nas okružuje. Učenje ovog predmeta doprinosi razumijevanju kemijskih procesa koji se odvijaju u prirodi, u eksperimentalno osmišljenim uvjetima, tehnološkim procesima ili u tijelu čovjeka. Učenje kemije doprinosi kemijskoj pismenosti i primjeni kemijskog nazivlja i simbolike, te osposobljavanju učenika za rješavanje problemskih i istraživačkih zadataka primjenom znanstvenih metoda.

Mnogi problemi u društvu povezani su s razvojem kemijske tehnologije, te unatoč njenoj važnosti i dobrobiti, učenici se upoznaju i s njezinim štetnostima i odgovornosti pojedinaca i zajednice. Ovakve teme povezuju kemiju s Građanskim odgojem i obrazovanjem i Poduzetnošću. Prirodoslovnostveni pristup kod učenika razvija uvažavanje različitosti, timski rad, socijalizaciju, komunikacijske vještine i osobni razvoj što doprinosi boljoj realizaciji međupredmetne teme Osobni i socijalni razvoj. Učeći kemiju učenici pronalaze, prikazuju, obrađuju, dijele i objavljuju prikupljene podatke korištenjem informacijsko-komunikacijskih tehnologija.

Kemija pripada području prirodoslovlja, a izučava se kao zaseban i obavezan predmet u osnovnoj i srednjoj školi. Usko je vezana s drugim prirodnim znanostima i matematikom. Osnovna kemijska načela koja učenicu usvajaju u osnovnoj i srednjoj školi pomažu boljem razumijevanju biologije, geografije, fizike i interdisciplinarnih područja. Kemija je temeljna znanost za kasnije obrazovanje u prirodoslovnim, tehničkim, biotehničkim i biomedicinskim zanimanjima.

Kemija je eksperimentalna znanost te je iskustveno učenje i istraživanje glavni način učenja, a izvođenje pokusa središnja nastavna aktivnost. Tijekom eksperimentiranja učenici stječu vještine formuliranja problema i hipoteze, planiranje i provođenje pokusa te analiziranje i tumačenje rezultata. Važnu ulogu ima usmeno i pismeno izlaganje rezultata istraživanja korištenjem različitih verbalnih i vizualnih oblika prezentacije (modeli, formule, dijagrami, grafikoni). Učenici stječu sposobnost razumijevanja i sastavljanja tekstova u svezi s kemijom koristeći različite izvore informacija, uključujući elektroničke. Budući da se neki kognitivno zahtjevniji kemijski koncepti i sadržaji ne mogu obraditi isključivo iskustvenim učenjem, potrebno je i podučavanje. Nastavne metode podučavanja uključuju velik broj postupaka koji su učiteljima Kemije na raspolaganju. Rješavanje zadataka iz kemijskog računa produbljuje učenikovo razumijevanje kemijskih problema, razvija logičke vještine razmišljanja i vještine primjene matematike. Kako bi se povećala motivacija, koriste se različiti interaktivni oblici i metode učenja: problemski i istraživački rad, rad u grupama, projektni rad, rasprave, sastavljanje koncepta, itd. Proces učenja treba se temeljiti na individualnim osobinama učenika i njihovim različitim talentima, a pozornost se pridaje i razvoju intrinzičnosti učenika. Nastavu Kemije potrebno je izvoditi u specijaliziranoj učionici, uz koju postoji i posebna prostorija za čuvanje kemikalija i pribora. Učionica ne mora imati posebne laboratorijske stolove, ali mora biti opremljena električnim i vodovodnim instalacijama, kanalizacijskim odvodom i treba imati omogućeno prirodno provjetravanje.

Kemija se kao zaseban nastavni predmet podučava i uči u 8. i 9. razredu osnovne škole te od 1. do 4. razreda gimnazije. U osnovnim školama, općim, klasičnim, jezičnim i prirodoslovno-matematičkim gimnazijama Kemija se podučava u okviru nastavnog plana u trajanju od 70 sati po godini učenja.

B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA

Ciljevi učenja i podučavanja predmeta su opća i najšire određena očekivanja o tome što će kao rezultat učenja i poučavanja predmeta učenik znati, moći učiniti te kakve će stavove razviti. Ciljevi učenja i podučavanja predmeta Kemija su:

Poticanje interesa za Kemiju i razumijevanje njezine važnosti u svakodnevnom životu i u razvoju ljudskog društva.

Usvajanje znanja o temeljnim kemijskim konceptima (tvari, procesi i promjene, energija i prirodosnanstveni pristup).

Razvijanje kemijske pismenosti kroz primjenu kemijskog nazivlja i simbola.

Stjecanje osnovnih znanja i vještina eksperimentiranja u kemiji primjenom znanstvene metodologije.

Razvijanje sposobnosti prikupljanja i interpretacije podataka primjenom informacijsko-komunikacijskih tehnologija.

Razvijanje kritičkog promišljanja, kreativnosti, etičnosti, samopouzdanja i društveno odgovornog ponašanja.

C/ PREDMETNO PODRUČJE KURIKULUMA

A/ Tvari

Tvari su središnji pojam u kemiji kao znanosti i kao školskom predmetu. Predmetno područje Tvari opisuje sastav, svojstva i unutrašnju građu tvari od atoma, molekula, makromolekula, polimera, kristala, legura i složenih smjesa tvari. Učenici upoznaju tvari na makroskopskoj, submikroskopskoj (atomi, molekule, ioni) i simboličkoj razini. Čestice se u tvarima raspoređuju, kombiniraju i povezuju na različite načine dajući specifična fizikalno-kemijska svojstva tvari o kojima ovisi i njihova primjena. Potrebno je postupno uvoditi apstraktne i nevidljive pojmove primjenom odgovarajućih nastavnih metoda i pomagala ovisno o dobi učenika. Učeći o tvarima učenici jasnije upoznaju i razumiju živu prirodu, neživu prirodu, umjetne materijale i sve što nas okružuje. Poznavanje građe tvari i njihovih svojstava učenicima će olakšati razumijevanje sastava i svojstava različitih materijala, lijekova i prehrambenih proizvoda.

B/ Procesi i promjene

Promjene i procesi su stalni u svijetu koji nas okružuje. Predmetno područje Promjene i procesi u kemiji objedinjuje fizikalne i kemijske promjene tvari, vrste i svojstva kemijskih veza, kemijske reakcije, ravnoteže, brzine kemijskih reakcija i uzroke kemijskih promjena. Ovi koncepti su od izuzetne važnosti za opisivanje i razumijevanje promjena i procesa u okolišu, u živom organizmu ili u proizvodno-tehnološkim procesima. Pomažu učenicima razumjeti kako ljudske aktivnosti utječu na promjene u okolišu te spoznati važnost odgovornog ponašanja prema sebi, drugima i okolišu. Tvari se kroz različite procese mijenjaju jedne u druge uz oslobađanje ili utrošak energije pa su ove teme usko vezane s predmetnim područjima Tvari i Energija.

C/ Energija

Tvari sadrže energiju pohranjenu u kemijskim vezama među atomima ili molekulama (potencijalna energija) i energiju gibanja čestica unutar tvari (kinetička energija). Energija može biti u različitim oblicima i prelaziti iz jednog oblika u drugi te se može razmjenjivati između sustava i okoline, ali ne može se uništiti. Promjene energije mogu podrazumijevati izmjenu topline, pojavu elektriciteta, emisiju svjetlosti ili druge oblike promjena, a događaju se u neživom i u živom svijetu. U kemijskim reakcijama reaktanti prelaze u produkte, tvari drugačijih kemijskih i fizikalnih svojstava, uz promjenu energije. Prilikom kidanja veza energija se oslobađa, a prilikom stvaranja veza energija se ulaže. Reakcije u kojima se energija oslobađa nazivamo egzotermne, dok su reakcije pri kojim se energija ulaže endotermne. Učenicima su podatci o energiji kemijskih reakcija i njihovoj iskoristivosti važne za razumijevanje prirodnih ili tehnoloških procesa.

D/ Prirodnoznanstveni pristup

Kemija je prirodna znanost utemeljena na promatranju i istraživanju prirodnih pojava i procesa. Zbog toga je važno učenike upoznati s metodologijom znanstvenog istraživanja, komuniciranja i interpretacije podataka. Ujedno se razvijaju vještine eksperimentiranja, timskog rada, kreativnosti i inovativnosti. Prirodoslovna pismenost u kemiji obuhvaća poznavanje kemijskog nazivlja (elementa, spojeva, laboratorijskog pribora i opreme), poznavanje simbolike, pisanje kemijskih reakcija i definiranje pojmova. Podatci prikupljeni promatranjem, opažanjem i mjerenjem obrađuju se i prikazuju primjenom matematičkih znanja računanja i interpretacije u obliku brojeva, grafova, tablica, statističkih podataka i dr. Ovaj pristup produbljuje i povezuje znanja iz drugih prirodoslovnih predmeta i međupredmetnih tema.

D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI

OSNOVNA ŠKOLA
8. razred /70 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: A/ Tvari	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.VIII.1 Učenik razlikuje sastav i vrste tvari	• istražuje kako uobičajene kemikalije utječu na svakodnevni život • razlikuje elementarnu tvar od kemijskog spoja i heterogenu smjesu od homogene smjese te navodi primjere • uspoređuje postupke razdvajanja smjese na sastojke • definira pojmove otopina, otapalo i otopljena tvar, navodi primjere zasićenih i nezasićenih otopina • navodi opća fizikalna, kemijska i biološka svojstva tvari.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.1.3 KEM-1.1.2 KEM-1.1.1
Ključni sadržaji	
• kemija je svuda oko nas • tvar ili supstancija • vrste tvari – elementarne tvari i kemijski spojevi • homogene i heterogene smjese • fizikalna svojstva tvari: agregatno stanje, boja, električna i toplinska vodljivost, magnetičnost, gustoća, talište, vrelište, topljivost. • otopine: zasićena, nezasićena i prezasićena • kemijska svojstva tvari: kiselost, lužnatost i reaktivnost • biološko djelovanje tvari.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Navoditi primjere tvari iz svakodnevnog života (sumpor, aluminij, željezo, voda, zrak, otopina šećera, vegeta i sl.). Naglasiti što su smjese tvari a što elementarne tvari. Koristiti pokuse za objašnjavanje fizikalnih i kemijskih svojstava tvari. Kad god je moguće učenici izvode pokuse u manjim grupama. Nastavnik ranije priprema radne listiće za izvedbu pokusa i pitanja za provjeru znanja. Voditi računa o mjerama sigurnosti te koristiti tvari poput octa, šećera, ulja, soli, morske vode. Koristiti IKT alate u uvodnom dijelu sata da bi kod učenika pobudili interes za temu, npr. video ("Lakši od zraka"), kviz ili problemski zadatak (tragedija cepelina Hindenburg). Učenici radom u skupinama izrađuju konceptualnu mapu na temu „Zrak i voda“. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (pojam tvari, agregatna stanja tvari), Biologija (kruženje vode u prirodi, zaštita životne sredine), Matematika (izračunavanje sastava smjese), Priroda (tvari, građa, agregacijska stanja tvari), Geografija (vode) i s međupredmetnim temama: Poduzetnost (Resursi) i Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (Istraživanje na zadanu temu upotrebom IKT-a).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.VIII.2 Učenik primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje građe tvari.	• definira građu atoma, razlikuje protonski i nukleonski broj • definira izotope i poznaje način označivanja izotopa • objašnjava strukturu periodnog sustava elemenata (PSE) i njegovu važnost • razlikuje relativnu atomsku i molekulsku masu

	● razlikuje pojmove ioni, anioni, kationi, ionski spojevi ● piše simbole kemijskih elemenata i formule kemijskih spojeva ● povezuje valencije elemenata s kemijskom formulom spoja.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.1.4
Ključni sadržaji	
● građa atoma, protonski i nukleonski broj ● kemijski elementi i njihovi simboli ● Periodni sustav elemenata: položaj metala i nemetala ● relativna atomska masa i izotopi ● razlike između atoma i iona, tvari građene od iona ● građa i označivanje elementarnih tvari i kemijskih spojeva ● valencije elemenata ● imena i formule spojeva, stehiometrijski koeficijent i indeks ● relativna molekulska masa.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Na primjerima slika, prezentacija i modela objasniti građu atoma. Naglasiti razliku između protonskog i nukleonskog broja. Kroz razgovor, učenici zaključuju da se atomi međusobno razlikuju (p, e, i n) te da svi atomi istog atomskog broja pripadaju jednom kemijskom elementu. Broj protona u jezgri određuje vrstu atoma. Za pravilno čitanje i prepoznavanje simbola kemijskih elemenata preporuča se vježbati s učenicima primjenom vizualnog testa. Isto koristiti i za kemijske spojeve. Na temelju modela i formula klorovodika, vode i amonijaka učenicima objasniti pojam valencija. Na primjerima ugljikova (IV)oksida i kalcijeva klorida objasniti kako iz formule spoja odrediti valenciju elementa. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (računanje valencije, relativne atomske mase, broja subatomskih čestica), Fizika (struktura tvari), Geografija (analogna struktura atoma sa Sunčevim sustavom), Likovna kultura (izrada modela od plastelina i izrada čestičnih crteža), Informatika (pretraživanje interneta u cilju izrade različitih zadataka, za izradu prezentacija i postera) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (pretraživanje informacija i dolaženje do različitih izvora i obrade podataka.)	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.VIII.3 Učenik kritički razmatra značaj anorganskih i organskih tvari za ljude i okoliš.	● analizira sastav i fizikalno-kemijska svojstva zraka i vode ● opisuje svojstva vodika i njegovu primjenu ● klasificira anorganske tvari na metale i nemetale ● opisuje organske tvari i navodi primjere ● uspoređuje fizikalna, kemijska i biološka svojstva anorganskih i organskih tvari ● analizira probleme onečišćenja zraka i vode ● navodi primjere ekološki odgovornog ponašanja pojedinca u okolini i društvu.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.3.1 KEM-1.3.2
Ključni sadržaji	
● zrak i sastav zraka: kisik, dušik i ostali plinovi ● voda: izvor života, fizikalna i kemijska svojstva, vrste voda i onečišćenja ● vodik ● anorganske tvari: metali (natrij, magnezij, željezo, bakar, aluminij) i nemetali (vodik, kisik, dušik, sumpor i jod) ● svojstva metala: gustoća, talište, električna i toplinska vodljivost, metalni sjaj ● organske tvari i njihova svojstva: organske kiseline (octena, limunska), nafta i biološki važni spojevi (proteini, masti, ulja, ugljikohidrati).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Koristeći pojam "Zelena kemija" kroz prezentacije navesti učenike da istražuju i pronalaze načine smanjenja otpada i upotrebu opasnih tvari.	

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (sadržaji o utjecaju različitih tvari na čovjekovo zdravlje i okoliš), Informatika (pretraživanje interneta, izrada učeničkih projekata u vidu prezentacija, postera, video materijala) i s međupredmetnim temama: Poduzetnost (društveno odgovorno ponašanje), Osobni i socijalni razvoj (zaštita zdravlja), Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (pretraživanje informacija, prikazivanje, objavljivanje i dijeljenje podataka).

PREDMETNO PODRUČJE: B/ Procesi i promjene

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.VIII.1 Učenik analizira kemijske promjene.	● razlikuje fizikalne od kemijskih promjena ● navodi primjere povratnih i nepovratnih promjena ● određuje reaktante i produkte kemijske reakcije ● piše kemijske jednadžbe i određuje kvalitativno i kvantitativno značenje ● razlikuje vrste kemijskih reakcija ● primjenjuje Zakon o očuvanju mase za izjednačavanje kemijskih jednadžbi ● opisuje brzinu kemijskih reakcija i utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.2.1 KEM-2.2.2
Ključni sadržaji	
● fizikalne promjene, promjene agregatnih stanja ● povratne i nepovratne promjene ● vrste kemijskih reakcija: oksidacija (gorenje, truljenje, korozija), piroliza, fotoliza. ● Zakon o očuvanju mase i kemijske jednadžbe ● brzine kemijskih reakcija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenike uputiti na promjena u prirodi i naglasiti da se neke odvijaju neovisno o našoj volji, a neke izazivamo sami. Provesti pokus s cinkom i sumporom u prahu. Na temelju pokusa objasniti pojmove reaktanti i produkti, te objasniti kemijsku sintezu i analizu. Učenik treba spajanje vodika i kisika opisati riječima te prikazati kemijskom jednadžbom. Naglasiti da je jednadžba pravilno napisana ako su lijeva i desna strana jednadžbe izjednačene. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (kroz obradu sadržaja o fizikalnim promjenama tvari, agregatnih stanja tvari), Matematika (ogleda se u izradi stehiometrijskih zadataka prikladnih za ovaj učenički uzrast), Informatika (kroz izradu različitih zadataka primjenom računala: izrada digitalnih prezentacija, učeničkih referata, postera) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (pretraživanje informacija, obrada, prikazivanje).	

PREDMETNO PODRUČJE: C/ Energija

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.VIII.1 Učenik razlikuje osnovne pojmove o energiji kemijskih promjena i procesa.	● navodi oblike energije i moguće pretvorbe na primjerima iz svakodnevnog života ● razlikuje pojmove toplina i temperatura te sustav i okolina ● razlikuje endotermne i egzotermne kemijske reakcije ● opisuje fizikalne i kemijske promjene koje uzrokuju izmjenu energije između sustava i okoline ● razlikuje obnovljive i neobnovljive izvore energije.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.2.1 KEM-3.2.2 KEM-3.2.3
Ključni sadržaji	
● kemijske reakcije i energija: egzotermne i endotermne reakcije, toplina kao energija ● pretvorba energije ● obnovljivi i neobnovljivi izvori energije (vjetar, sunce, voda, fosilna goriva...).	

Preporuke za ostvarenje ishoda
Učenicima prikazati video prezentaciju o gorenju i oslobađanju energije. Podsjetiti učenike da su u fizici učili da je energija neuništiva i da samo može prelaziti iz jednog oblika u drugi. Pokusom pokazati učenicima egzotermne i endotermne reakcije. Pri tome učenicima objasniti pojmove sustav i okolina. Ako su produkti reakcije bogatiji energijom od reaktanata, jer su uzeli energiju iz okoline, onda govorimo o endotermnim promjenama. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (Energija, Zakon o očuvanju energije), Informatika i Matematika (obrađivanje i prikaz podataka egzotermnih i endotermnih reakcija preko dijagrama, npr. koristiti programe za grafički prikaz podataka - Excell), Biologija (stanično disanje, fotosinteza) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (Komunikacija i suradnja u digitalnom okruženju).

PREDMETNO PODRUČJE: D/ Prirodosnanstveni pristup	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.VIII.1 Učenik primjenjuje osnovna laboratorijska znanja i vještine.	• poznaje imena i namjenu osnovnog kemijskog pribora i posuda • objašnjava značenje piktograma za opasne tvari i pridržava se mjera opreza • koristi osnovna pravila rada pri izvođenju pokusa • provodi postupke odvajanja sastojaka iz homogenih i heterogenih smjesa • samostalno ili u manjoj grupi izvodi jednostavne pokuse vezane za svojstva tvari i njihove promjene • koristi osnovna načela Zelene kemije u laboratorijskom radu.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.4.2 KEM-2.4.3 KEM-3.1.1
Ključni sadržaji	
• kemijski laboratorij i osnovni kemijski pribor i posude • osnovna pravila rada pri izvođenju pokusa i mjere opreza • piktogrami opasnosti i znakovi upozorenja • osnovna načela Zelene kemije u eksperimentiranju • mjerenje mase, volumena i temperature • postupci odvajanja sastojaka iz smjese (taloženje, dekantiranje, filtriranje, isparavanje, odvajanje magnetom) • otopine; zasićene, nezasićene i prezasićene (pokusi) • kemijske reakcije i energija: egzotermne i endotermne reakcije, toplina kao energija, pretvorbe energije • brzina kemijske reakcije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Radom u skupinama obrađujemo kemijsko posuđe i pribor. Učenicima prezentirati kemijsko posuđe i pribor u učionici. Objasniti od čega je građeno i koja mu je namjena. Osigurati da učenici samostalno razgledaju pribor i nauče osnovna pravila pri izvođenju pokusa. Upozoriti učenike da su brojne kemikalije opasne po zdravlje i da imaju određene znakove s njihovim naljepnicama. Učenike uputiti da smjese često treba razdvojiti na pojedinačne sastojke radi daljnje upotrebe, a odabir metode ovisi o sastavu smjese i svojstvima sastojaka. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Povijest (preko Perzije, Egipćana i alkemičara - alkemijski laboratorij - do današnje moderne kemije), Priroda (čini temelj za prirodu i prirodne znanosti u nižim razredima osnovne škole, prije upoznavanja predmeta kemije), Informatika (digitalni sadržaji, edukativne platforme) i međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (formuliranje i prezentiranje različitih istraživanja).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.VIII.2 Učenik rješava računske i problemske zadatke iz kemije.	• izračunava maseni i volumni udio sastojaka u smjesi • izračunava masu, volumen i gustoću tvari

	• izračunava broj subatomske čestice u atomima, ionima i izotopima • računa relativnu molekulsku masu • izražava valencije elemenata u spoju na temelju poznate formule jednostavnih spojeva • piše kemijske formule na temelju kemijskog naziva tvari.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.4.2 KEM-1.4.3 KEM-2.1.1
Ključni sadržaji	
• maseni i volumni udio, gustoća i topljivost • Zakon o očuvanju mase • iskazivanje sastava smjese (maseni i volumni udio sastojaka u smjesi) • građa i označivanje elementarnih tvari i kemijskih spojeva • valencije elemenata.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Rješavati problemske i računske zadatke iz pređenog gradiva. Učenike potaknuti na samostalno rješavanje zadataka (volumni i maseni udjel, gustoća...). Koristiti decimalne brojeve i odgovarajuće mjerne jedinice. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (pravilno korištenje mjernih jedinica SI, mjerenje gustoće i sl.), Matematika (izračunavanje sastava smjese), Informatika (korištenjem računala, rezultati se mogu prikazati tabelarno i grafički) te s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (formuliranje i prezentiranje rezultata).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.VIII.3 Učenik prikazuje i analizira prikupljene podatke.	• brojčane podatke dobivene eksperimentiranjem prikazuje tablicama i grafovima • interpretira podatke u tablicama i grafovima • prikazuje čestičnim crtežima tvari i njihova agregacijska stanja.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.4.3 KEM-2.1.1 KEM-2.1.2
Ključni sadržaji	
• mjerenje mase, volumena i temperature • postupci odvajanja sastojaka iz smjese (taloženje, dekantiranje, filtriranje, isparavanje, odvajanje magnetom) • otopine; zasićene, nezasićene i prezasićene • Zakon o očuvanju mase i kemijske jednadžbe • fizikalna svojstva tvari i agregacijsko stanje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Mjerenja mase, volumena i temperature prikazati, grafovima, tablicama i crtežima kad god je to moguće. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika, Informatika, Fizika i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije	

OSNOVNA ŠKOLA

9. razred /66 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: A/ Tvari	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.IX.1 Učenik razlikuje osnovna svojstva anorganskih tvari.	• navodi najvažnije prirodne izvore metala i nemetala u Zemljinoj kori • uspoređuje fizikalna i kemijska svojstva metala, nemetala i njihovih spojeva • piše kemijske formule i nazive oksida nemetala, oksida metala, kiselina, baza i soli • poznaje upotrebu metala, nemetala i njihovih spojeva u svakodnevnom životu • opisuje ugljik, njegove alotropske modifikacije i anorganske spojeve.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.1.2 KEM-1.1.3 KEM-1.1.4
Ključni sadržaji	
• nemetali (kisik, dušik, vodik i klor) • nemetali, oksidi nemetala, kiseline • sumpor • metali, oksidi metala, lužine • kalcij, magnezij, željezo, bakar, aluminij (sličnosti) • soli, reakcije nastajanja soli • stijene rude i minerali • ugljik i anorganski spojevi ugljika.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pri obradi gradiva ponoviti i povezati nastavni sadržaj s gradivom osmog razreda, te koristiti primjere tvari iz svakodnevnog života. Periodni sustav elemenata, kojega su učenici definirali u osmom razredu, potrebno je povezati s konkretnim primjerima. Koristiti suvremene metode (kvizove, kratke filmove, PowerPoint prezentacije) i na taj način motivirati učenike da sami istražuju i shvate važnost metala i nemetala u svakodnevnom životu, povezujući njihovu praktičnu primjenu. S učenicima odraditi odabrane eksperimente, dokazati ugljik, vodik, kisik, dušik, sumpor). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Geografija (građa Zemljine kore), Matematika (različita stehiometrijska izračunavanja), Fizika (izračunavanja i mjerne jedinice), Biologija (sadržaji o utjecaju različitih tvari na okolinu), Informatika (pretraživanje interneta, izrada ueničkih projekata u vidu prezentacija, postera, video materijala) i s međupredmetnim temama: Poduzetnost (Resursi) i Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (istraživanje na zadanu temu upotrebom IKT-a).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.IX.2 Učenik opisuje i klasificira organske spojeve.	• razlikuje osnovna svojstva organskih i anorganskih tvari • opisuje dobivanje i upotrebu ugljikovodika u kućanstvu i privredi • na temelju valencije ugljika i vodika razumije povezivanje ugljikovih atoma u molekule ravnih, razgranatih i prstenastih struktura • klasificira ugljikovode na zasićene, nezasićene i aromatske ugljikovode • navodi sustavna imena te piše molekulске i strukturne formule ugljikovodika • poznaje dobre i loše strane aromatskih ugljikovodika • razlikuje prirodne i sintetičke polimere • objašnjava značaj umjetnih polimera u svakodnevnom životu.

Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.1.4 KEM-1.2.1 KEM-1.2.2
Ključni sadržaji	
- organski spojevi - kvalitativni sastav organskih spojeva - zasićeni ugljikovodici - alkani - nezasićeni ugljikovodici - alkeni i alkini - aromatski ugljikovodici - sintetički polimeri (PE, PP, PVC, PTFE, PS).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezati fizikalna i kemijska svojstva metala i nemetala. Opisati učenicima postupke dobivanja kiselina, njihovih svojstava, opasnosti pri rukovanju s kiselinama. Pokusima odrediti pH – vrijednost otopina, koristeći indikatore. Pri realizaciji ovoga ishoda razgovarati s učenicima o ugljiku i postaviti pitanje o njegovoj strukturi. Ponoviti alotropske modifikacije ugljika. Naveći razlike anorganskih i organskih spojeva. Napraviti razliku zasićenih i nezasićenih ugljikovodike. Objasniti pojam zasićenosti. Definirati osnovna svojstva, nazivlje, strukture i homologne nizove alkana, alkena i alkina. Koristiti modele molekula i pomoću njih učenicima olakšati mogućnost uočavanja povezivanja ugljikovih atoma u lance i prstenove, te mogućnost njihovog povezivanja jednostrukim, dvostrukim i trostrukim vezama. Naveći učenike da uočavaju razlike u molekulskim i strukturnim formulama. Analizirati kemijske promjene koje uključuju organske spojeve, reakcije supstitucije alkana i reakcije adicije na alkenima i alkinima. Zadati učenicima predviđene izborne teme za referate, te ih na taj način motivirati da istražuju i povezuju kemiju sa svakodnevnim životom. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (ugljikohidrati - fotosinteza, proteini - sinteza bjelančevina, alkoholi - fermentacija), Matematika (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 računalu), Povijest (povijesni razvoj različitih tehnologija dobivanja i prerade) i s međupredmetnim temama: Poduzetnost (Resursi), Osobni i socijalni razvoj (Komponente zdravlja) i Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (istraživanja na zadanu temu upotrebom IKT-a).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.IX.3 Učenik analizira organske spojeve u živom svijetu.	- opisuje fizikalna i kemijska svojstva te upotrebu i dobivanje alkohola, karboksilnih kiselina i estera - razlikuje specifične funkcijske skupine u organskim molekulama - razlikuje kemijski sastav i biološku ulogu masti, ugljikohidrata i proteina - primjenjuje sustavno kemijsko i trivijalno nazivlje za organske spojeve s kisikom - analizira ulogu organskih spojeva i prirodnih polimera u prehrambenim namirnicama - razumije uloge enzima u živim sustavima - razvija interes za sastav proizvoda u općoj upotrebi, kućanstvu i kozmetici - donosi zaključke o posljedicama prekomjernog uživanja u alkoholu.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.3.1 KEM-1.3.2 KEM-1.3.3
Ključni sadržaji	
- alkoholi - karboksilne kiseline - esteri - masti i ulja - sapuni i deterdženti - ugljikohidrati - monosaharidi – glukoza i fruktoza - disaharidi - saharoza - polisaharidi – škrob i celuloza	

- aminokiseline i proteini
- enzimi
- ovisnosti.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Pri realizaciji ovoga ishoda s učenicima izvesti pokus saponifikacije. Objasniti kemijski sastav sapuna i deterdženata, te mehanizam pranja.

Realizacija ovoga ishoda može biti u obliku radionica, istraživanja, npr. izradom PowerPoint prezentacije na temu sapuna nekada i sada. Istaknuti važnost racionalnog održavanja higijene.

Objasniti štetnost fosilnih goriva na okoliš.

Koristeći suvremene metode prezentirati ovisnosti i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (očuvanje životne sredine, zdravlje - prevencija, zdrava prehrana, ekološke teme), Matematika (ekonomski aspekti razvoja industrije), Informatika (izrada prezentacija učenika projekata, izrada videa, prikazivanje podataka grafički i tabelarno) i s međupredmetnim temama: Poduzetnost (Resursi, Održivi razvoj, Društveno odgovorno ponašanje, Gospodarenje otpadom), Osobni i socijalni razvoj (Uloga društva, Traženje optimalnih ponašanja, Komponente zdravlja) i Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (Istraživanja na zadanu temu upotrebom IKT-a).

PREDMETNO PODRUČJE: B/ Procesi i promjene

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.IX.1 Učenik koristi kemijske jednadžbe za opisivanje promjena i procesa.	• navodi i piše primjere jednadžbi kemijskih reakcija nemetala i metala s kisikom i njihovih oksida s vodom • piše jednostavne jednadžbe reakcija dobivanja soli • povezuje jednadžbu kemijske reakcije sa Zakonom o očuvanju mase • piše jednadžbe kemijskih reakcija pri kružnom toku ugljika • prikazuje jednadžbe kemijskih reakcija gorenja, supstitucije i adicije ugljikovodika • kemijskim jednadžbama prikazuje procese vrenja • kemijskim jednadžbama prikazuje procese esterifikacije, hidrolize i saponifikacije.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.4.1 KEM-3.2.2
Ključni sadržaji	
• nemetali (kisik, dušik, vodik i klor) • nemetali, oksidi nemetala, kiseline • sumpor • metali, oksidi metala, lužine • kalcij, magnezij, željezo, bakar, aluminij (sličnosti) • soli, reakcije nastajanja soli • stijene rude i minerali • ugljik i anorganski spojevi ugljika • alkoholi • karboksilne kiseline • esteri • masti i ulja • sapuni i deterdženti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ponoviti s učenicima ione, te razliku aniona i kationa, koristeći primjere. Navesti da su soli ionski spojevi najčešće građeni od iona metala i aniona kiseline.	
Koristiti jednadžbe za prikazivanje kemijskih reakcija nastajanja soli. Pokusom dokazati da vodene otopine provode električnu struju.	

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (izrada stehiometrijskih zadataka prikladnih za ovaj učenički uzrast, računanje naboja iona), Fizika (Zakon o očuvanju mase), Informatika (izrada različitih zadataka primjenom računala - izrada digitalnih prezentacija, učeničkih referata, postera) i s međupredmetnim temama: Poduzetnost (Resursi u lokalnoj zajednici, Održivi razvoj) i Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (istraživački proces, izlaganje i prezentiranje).

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.IX.2 Učenik povezuje procese kruženja tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.	• obrazlaže nastanak kiselih kiša i posljedice • opisuje proces korozije metala • opisuje prirodno kruženje ugljika na procesima fotosinteze, staničnog disanja, karbonizacije, spaljivanja i razgradnje organskih tvari te otapanja vapnenačkih stijena • povezuje povećanu emisiju ugljikova (IV)oksida u atmosferi s klimatskim promjenama • poznaje procese proizvodnje umjetnih polimera i njihov utjecaj na okoliš.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.2.1 KEM-2.2.2 KEM-3.2.1
Ključni sadržaji	
• nemetali, oksidi nemetala, kiseline • metali, oksidi metala, lužine • kruženje ugljika u prirodi • fosilna goriva • sintetički polimeri (PE, PP, PVC, PTFE, PS).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezati nastavne sadržaje s predznanjem iz nastavnog predmeta Biologija (reakcije fotosinteze i staničnog disanja). Izvesti pokuse koji se mogu provesti u sklopu ove nastavne cjeline: gorenje, alkoholno vrenje, octeno-kiselostno vrenje. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (kruženje ugljika u prirodi - fotosinteza, stanično disanje), Priroda (fotosinteza), Matematika (izračunavanje masenog udjela u spojevima) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (izlaganje i prezentiranje na zadanu temu).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.IX.3 Učenik analizira brzine kemijskih promjena.	• navodi fizikalne i kemijske čimbenike koji utječu na brzinu reakcije • raspravlja o ulozi enzima u organizmu i njihovoj katalitičkoj moći • navodi primjere enzimski kataliziranih reakcija • obrazlaže ulogu enzima u prehrambenoj industriji.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.2.3 KEM-4.2.1
Ključni sadržaji	
• alkoholi • karboksilne kiseline • disaharidi • enzimi.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Navesti i objasniti čimbenike koji utječu na brzinu kemijske reakcije. Potaknuti učenike da navedu primjere iz svakodnevnog života koje mogu povezati s brzinom kemijske reakcije. Objasniti djelovanje, građu i kemijski sastav enzima. Pokusom obrazložiti hidrolizu škrob enzima. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (enzimi, fermentacija), Matematika (izrada različitih računskih zadataka) i Informatika (istraživanje informacija dostupnih na internetu u svrhu izrade učeničkih projekata, prikazivanje rezultata istraživanja, prezentacija projekata).	

PREDMETNO PODRUČJE: C/ Energija	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.IX.1 Učenik istražuje prirodne izvore energije.	● razlikuje obnovljive i neobnovljive izvore energije ● opisuje važnost prirodnih izvora energije u industriji, gospodarstvu i svakodnevnoj upotrebi ● objašnjava procese prerade fosilnih goriva i njihovu energijsku učinkovitost.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-4.2.3 KEM-4.2.2 KEM-4.2.1
Ključni sadržaji	
● zasićeni ugljikovodici - alkani ● aromatski ugljikovodici (benzen) ● fosilna goriva (prirodni plin, ugljen, nafta).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Naveći fosilna goriva, činjenice o postanku ugljena, prirodnog plina i teoriju o postanku nafte. Opisati svojstva fosilnih goriva. Učenicima objasniti: suhu destilaciju drveta uz mogućnost izvođenja pokusa suhe destilacije drveta; frakcijsku destilaciju nafte. Raspraviti o posljedicama neopreznog rukovanja naftom i naftnim derivatima. Organizirati debatu s učenicima o prednostima i nedostacima fosilnih goriva. Koristeći pojam „Zelena kemija“ prezentirati dizajn proizvoda i postupaka koji smanjuju ili eliminiraju upotrebu i stvaranje opasnih tvari. Kroz učeničke projekte navesti učenike da istražuju i pronalaze načine smanjenja otpada. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (očuvanje životne sredine, ekološke teme), Matematika (ekonomski aspekti razvoja industrije), Fizika (osnovni fizikalni pojmovi - energija, temperatura, fizikalne veličine u SI sustavu) i s međupredmetnim temama: Poduzetnost (Odnos prema okolišu, Društveno odgovorno ponašanje), Osobni i socijalni razvoj (Uloga društva, traženje optimalnih ponašanja) i Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (istraživački procesi, prezentacije tematske cjeline).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.IX.2 Učenik analizira izvore i pretvorbu energije u živim sustavima.	● povezuje biomolekule kao energente u živim organizmima ● na primjerima kemijskih reakcija opisuje izmjenu energije sustava s okolinom ● objašnjava pretvorbe različitih oblika energije na primjerima fotosinteze i staničnog disanja.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.1.3 KEM-3.1.2 KEM-3.1.1
Ključni sadržaji	
● masti i ulja ● ugljikohidrati, monosaharidi i polisaharidi ● aminokiseline i proteini ● kruženje ugljika u prirodi.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenici pri realizaciji ovog ishoda opisuju biološki važne spojeve. Potrebno je da učenici pokazuju znanje o svojstvima, strukturi i nazivlju biološki važnih spojeva, te njihovu važnost u prehrani koja pridonosi održavanju tjelesne i mentalne koncentracije i štiti od bolesti. Kod ovog ishoda učenici opisuju važnost prirodnih resursa. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (Biotehnologija - fermentacija, zagađenje okoliša), Matematika (izrada različitih računskih zadataka), Fizika (energija), Geografija (Onečišćenje i zaštita okoliša), Informatika (istraživanje informacija dostupnih na internetu u svrhu izrade učeničkih projekata, prikazivanje rezultata istraživanja, prezentacija projekata) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (istraživački procesi, prezentacije tematske	

cjeline).

PREDMETNO PODRUČJE: D/ Prirodosnanstveni pristup	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.IX.1 Učenik primjenjuje osnovna laboratorijska znanja i vještine.	• pravilno bira i upotrebljava kemijsko posuđe i pribor za izvođenje pokusa • samostalno ili manjoj grupi izvodi jednostavne pokuse vezane za svojstva tvari i njihove promjene • razvija motoričke sposobnosti i sklonost timskom radu • razvija sposobnost opažanja i bilježenja promjena • koristi osnovna načela Zelene kemije u laboratorijskom radu.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.4.3 KEM-2.4.2 KEM-2.4.1
Ključni sadržaji	
• svi sadržaji za 9. razred.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pri realizaciji ovog ishoda odabrati pokuse za svaku tematsku cjelinu. Učenici već imaju predznanje o radu u kemijskom laboratoriju, te jednostavnije pokuse mogu izvoditi samostalno. Preporučuje se rad u grupama, a gdje to nije moguće nastavnik izvodi demonstrativni pokus. Preporučeni pokusi: kemijske reakcije nemetala, metala i njihovih oksida, neutralizacija; ispitivanje svojstava metala i nemetala, alkoholno – octeno vrenje, esterifikacija; ispitivanje svojstava alkohola, kiselina, dokazivanje ugljikohidrata, masti i ulja, svojstva proteina.	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.IX.2 Učenik rješava računske i problemske zadatke iz kemije.	• a različitim primjerima zadataka primjenjuje znanje o nemetalima, metalima i solima • povezuje i primjenjuje znanje o alkoholima, karboksilnim kiselinama i esterima na različitim vrstama zadataka • računa maseni udio kemijskog elementa u spoju • primjenjuje stečena znanja o organskim tvarima za rješavanje problemskih zadataka • povezuje strukturu i nomenklaturu organskih spojeva • razvija misaone sposobnosti i samostalno zaključivanje.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.2.1 KEM-1.2.2 KEM-1.2.3
Ključni sadržaji	
• svi sadržaji za 9. razred.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Na temelju masenih udjela kemijskih elemenata u spoju učenici određuju empirijsku i molekulsku formulu spoja. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (izračunavanje masenog udjela elemenata u spoju), Informatika (prikazivanje podataka tabelarno i grafički) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (Komunikacija i suradnja u digitalnom okruženju).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.IX.3 Učenik prikazuje i analizira prikupljene podatke.	• brojčane podatke dobivene eksperimentiranjem prikazuje tablicama, grafovima i dijagramima • interpretira podatke u tablicama, grafovima i dijagramima

	• koristi se različitim crtežima i modelima za prikazivanje građe organskih tvari • koristi IKT pri prikupljanju i prikazivanju podataka.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.4.1 KEM-1.4.2 KEM-1.4.3
Ključni sadržaji	
• svi sadržaji za 9. razred.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Koristiti modele za prikazivanje čestične građe tvari – odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...); modelima se koristi samo zbog vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva. Učenici izrađuju i prikazuju tablicama i grafikonima podatke dobivene pokusom, grafički prikazuju podatke iz tablice i prikazuju utvrđene ovisnosti jedne varijable o drugoj (npr. koncentracije tvari o brzini kemijske reakcije, porasta tališta i vrelišta o broju ugljikovih atoma u ugljikovodicima, alkoholima i kiselinama itd.). Usporediti energijsku učinkovitost različitih izvora energije (fosilna goriva, alternativni izvori energije), moguće je provesti kroz projektnu nastavu. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Informatika (prikazivanje podataka grafički i tabelarno, izrada prezentacija učeničkih projekata na panoima ili na računalu), Matematika (izračunavanje masenog udjela elemenata u spoju, izračunavanje masenog i volumnog udjela sastojka u smjesi) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (pretraživanje informacija iz različitih izvora te obrada i prezentacija rezultata).	

GIMNAZIJA

1. razred /70 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: A/ Tvari	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.1 Učenik utvrđuje svojstva, sastav i vrstu tvari.	• definira tvari i navodi izvore elemenata i spojeva u prirodi • navodi svojstva agregacijskih stanja tvari • razlikuje pojmove: atomski i maseni broj, nuklid, izotop, izoelektronska čestica • analizira povijesni tijek razvoja modela građe atoma • uspoređuje tvari na temelju periodičnosti kemijskih svojstava • analizira dipolni moment molekula • navodi važnost i uspoređuje svojstva metala, nemetala i njihovih najvažnijih spojeva.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.1.1
Ključni sadržaji	
• izvori tvari • fizikalna i kemijska svojstva tvari; agregacijska stanja tvari, talište, vrelište, gustoća, topljivost, viskoznost, površinska napetost, tlak para, tvrdoća • atom; povijesni pregled – model građe atoma; građa atoma, nuklidi, izotopi, valentni elektroni • periodni sustav elemenata; periodičnost fizikalnih svojstava atoma: polumjer atoma, energija ionizacije, afinitet prema elektronu, elektronegativnost • elektronski omotač atoma • kristali i amorfne tvari; molekulski i atomski kristali; ionski kristali; kristali metala • nazivi anorganskih i nekih organskih spojeva • određivanje empirijske i molekulске formule spoja. • anorganske elementarne tvari i njihovi spojevi; metali: Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, A; nemetali: H, Cl, O, S, C, N, P.	

Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenik je u osnovnoj školi usvojio znanstvenu podlogu kemije kao prirodne znanosti značajne za život, te se i nastavne cjeline o svojstvima, sastavu i vrstama tvari obrađuju ukazujući na primjere iz svakodnevnog života. Jednostavnim pokusom može se utvrditi razina znanja i pripremiti se za sadržaje koje tek treba usvojiti. Za usvajanje određenih sadržaja obuhvaćenih ovim ishodom preporučuje se obrada udžbeničkog teksta ili tekstova koji populariziraju znanost, a povezani su s obrađivanom problematikom; pregled videozapisa nakon čega slijedi rasprava i donošenje zaključaka. Usporedba tvari po sastavu, vrsti i svojstvima: vrste tvari, vrste otopina, kristali i minerali. Pripremiti i kategorizirati smjese i predložiti metode za odvajanje. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (Istraživanje na zadanu temu upotrebom IKT-a).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.2 Učenik povezuje strukturu i svojstva tvari.	- povezuje strukturu tvari s međumolekularnim silama i objašnjava karakteristike agregacijskih stanja tvari (kruto, tekuće, plinovito) - opisuje svojstva subatomske čestice i objašnjava njihovu organizaciju u atomu - objašnjava pojmove atomski i maseni broj i uspoređuje strukture izotopa, izobara i nuklida - utvrđuje položaj metala i nemetala u PSE-u i njihovu važnost - primjerima argumentira kemijsku sličnost elemenata po skupinama PSE-a (oksidi, baze, kiseline) - analizira povezanost svojstava atoma s njegovom strukturom i položajem u PSE-u (promjer atoma, elektronska konfiguracija, energija ionizacije, elektronski afinitet) - objašnjava prostorni raspored čestica u elementarnim tvarima, kemijskim spojevima i kristalima - objašnjava građu atoma, iona, molekula elementarnih tvari i kemijskih spojeva.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.1.3
Ključni sadržaji	
- građa atoma, protoni, nukleoni, izotopi, izobari, atomska masa - elektronski omotač, valentni elektroni, spektri, Bohrov model atoma, redoslijed popunjavanja orbitala, elektronske konfiguracije, veličina i masa atoma - jedinica atomske mase i relativna atomska masa - otkrice pojedinih elementarnih čestica - periodni sustav elemenata - povijesni pregled - elektronska konfiguracija valentne ljuske - periodičnost svojstava elemenata (promjer, energija ionizacije, afinitet prema elektronu, elektronegativnost) - kristali – podjela prema vrsti kemijske veze i čestičnim međudjelovanjima, usporedba makroskopskih svojstava kristala, građa i svojstva ionskih, atomskih (dijamant i kristali metala) i molekulskih kristala (kristali sumpora, fosfora) - uvod u radioaktivnost - povijesni pregled.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Nove pojmove (npr. građa atoma, subatomske čestice) uvoditi postupno povezujući strukturu i svojstva. Povezati s primjenom u drugim granama znanosti, primjerima iz svakodnevnog života. Građu elektronskog omotača obraditi na razini rasporeda elektrona po ljuskama. Atom opisati uz pomoć protonskoga i nukleonskoga broja. Neutralne atome kemijskih elemenata prikazati Lewisovom simbolikom uvodeći pojam valentnih elektrona. Agregacijska stanja tvari povezati s kinetičkom energijom čestica. Usporedba tvari po sastavu, vrsti i svojstvima: vrste tvari, vrste otopina, kristali i minerali. Pri povezivanju čestične građe anorganskih i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima obratiti pozornost na vrstu čestičnih međudjelovanja i njihov utjecaj na agregacijsko stanje, reaktivnost, kiselost, lužnatost.	

Za sadržaje koji ne trebaju nužno biti praćeni eksperimentom, koristiti interaktivne sadržaje, organizirati raspravu, pripremu postera, samostalni ili grupni projekt. Primjere kojima će se objasniti model građe atoma pažljivo odabrati kako bi se izbjegla pogrešna predodžba o atomu.

Sadržaj ove tematske cjeline moguće je povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (Geometrija, Trigonometrija) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (Istraživanje na zadanu temu upotrebom IKT-a, Razvoj kompleksne ideje koristeći IKT).

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.3 Učenik primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari.	• Lewisovim strukturama prikazuje atome, molekule i ione • koristi kemijsko nazivlje i kemijskim formulama prikazuje anorganske spojeve i odabrane organske spojeve • prikazuje kemijske promjene jednadžbama • razlikuje i određuje empirijsku i molekulsku formulu spoja • prikazuje čestičnu građu oksida, kiselina, baza i soli.
Poveznice sa ZJNPP	<u>KEM-1.1.4</u>
Ključni sadržaji	
• nazivi elementarnih čestica i njihovi simboli • imenovanje anorganskih i organskih spojeva • formula kemijskog spoja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Obraditi nazivlja anorganskih i organskih spojeva. Poticati učenike na primjenu Lewisove simbolike u prikazivanju čestične građe spojeva. Postupno uvođenje funkcijskih skupina i različitih prikaza strukturnih formula, te nazivlje odabranih spojeva.	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.I.4 Učenik razmatra primjenu i prepoznaje utjecaj kemijskih tvari na okoliš.	• razmatra upotrebu i utjecaj kemijskih promjena anorganskih i organskih tvari na okoliš • prepoznaje kemijsku namjenu tvari iz svakodnevne upotrebe i namjenu uobičajenih laboratorijskih kemikalija • procjenjuje opasnost i predviđa potrebne mjere sigurnosti pri radu s kemikalijama.
Poveznice sa ZJNPP	<u>KEM-1.3.3</u>
Ključni sadržaji	
• sigurnost u radu s kemikalijama u laboratoriju i u svakodnevnoj primjeni • rasprostranjenost i ograničeni resursi nekih elemenata (fosfor, ugljični nanomaterijali - zeleni pristup) • anorganske tvari u kemijskoj industriji - zeleni pristup • radioaktivnost - utjecaj na okoliš.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Realizacija ovog ishoda ostvaruje primarni zadatak kemije u jačanju ekološke svijesti i promidžbi kemije kao znanosti koja pozitivno utječe na promjene i razvoj društva. Nastavnici trebaju iskoristiti priliku i učenike upoznati s važnosti kemije u svakodnevnom životu i o sigurnom radu s kemikalijama. O anorganskim i organskim tvarima i njihovim svojstvima učiti uključujući principe Zelene kemije. Kroz kratke rasprave, učeničke projekte i interaktivne sadržaje dodatno motivirati učenike. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima međupredmetnih tema: Osobni i socijalni razvoj (Verbalizacija stavova i revidiranje istih na temelju novih informacija, samomotrenje, ekspresija, stav, samoprikazivanje) i Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (Istraživanje na zadanu temu upotrebom IKT-a, Razvoj kompleksne teme koristeći IKT).	

PREDMETNO PODRUČJE: B/ Procesi i promjene	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.I.1 Učenik objašnjava vrste i svojstva kemijskih veza.	• razlikuje vrste kemijskih veza i navodi njihova svojstva • prepoznaje vrstu međučestičnih privlačnih sila • prikazuje čestice reaktanata i produkata Lewisovom simbolikom • procjenjuje vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnom koeficijentu elektronegativnosti kemijskih elemenata.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.1.3
Ključni sadržaji	
• kovalentna veza: Lewisova simbolika, jednostruka, dvostruka, trostruka veza, duljina i jakost veze, valencija, prostorni oblik molekula, polarnost molekula • ionsko vezivanje: prikazati ione Lewisovom simbolikom, formulska jedinka, Coulombova privlačna sila • metalno vezivanje: teorija metalnog plina, električna i toplinska vodljivost metala • međumolekulske sile: Londonova, Van der Waalsova sila i vodikova veza.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Obraditi pojedine vrste kemijskih veza na temelju razlike u elektronegativnosti kemijskih elemenata i posljedičnu vezu s makroskopskim svojstvima i različitim načinima nastajanja spojeva. Kemijsko vezivanje obraditi kao električni fenomen bez uključivanja kvantne teorije. Međumolekulske privlačne sile, vrsta veze, međučestične interakcije: razlikovati pojmove i sustavno ih dovesti u vezu. Kristali i amorfi: strukturni modeli, geometrijska tijela, elementi simetrije, jedinična ćelija, kristalni sustavi. Kristalne i amorfne tvari zorno prikazati primjerima. Strukturu povezati sa svojstvima tvari. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (Geometrija, Trigonometrija, Vektori, Pravac u koordinatnoj ravnini) i Geografija (Tvari u geoprostoru).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.I.2 Učenik objašnjava fizikalne i kemijske promjene anorganskih tvari	• objašnjava kemijsku promjenu i prikazuje je kemijskom jednadžbom • prikazuje karakteristične kemijske reakcije dobivanja važnijih spojeva metala i nemetala uz pomoć kemijskih jednadžbi • uočava periodičnost kemijskih svojstava elementarnih tvari i spojeva • povezuje svojstva tvari nastalih fizikalnim i kemijskim promjenama s vrstom veze • objašnjava fizikalne i kemijske promjene anorganskih i odabranih organskih spojeva na čestičnoj razini • prepoznaje utjecaj tvari i njihovih promjena na kvalitetu okoliša.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.2.1
Ključni sadržaji	
• periodičnost svojstava tvari • reaktivnost odabranih metala i nemetala, nastajanje i svojstva oksida metala i nemetala navedenih elementarnih tvari; kloridi, hidridi i karbonati • utjecaj iskorištavanja prirodnih izvora metala na okoliš • utjecaj metala i nemetala, te njihovih spojeva na okoliš.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Fizikalne promjene obraditi primjerima promjene agregacijskih stanja uz prigodne eksperimente. Kemijske promjene obraditi na primjerima jednostavnih spojeva: sinteza i analiza, oksidacija (gorenje, korozija), elektroliza, fotoliza. Pri proučavanju kemijskih promjena obratiti pozornost na reaktivnost, kiselost i lužnatost tvari. Ukazati na utjecaj kemijskih promjena na okoliš: gorenje, kiselost/lužnatost, taložne reakcije... Uticaj promjena anorganskih tvari na okoliš (korozija, kiselost i lužnatost). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (aerobni i	

anaerobni procesi; fotosinteza; pretvorba i iskorištenje energije) i Geografija (vrste stijena; vrste tala). Za teme koje se ne mogu obraditi uz eksperiment potrebno je ponuditi dodatni tekst za obradu ili koristiti internet izvore za prikupljanje dodatnih informacija o predloženoj problematici koju će učenik sustavno obraditi i prikazati u učionici.

Sadržaji tematskih cjelina koji se obrađuju na ovakav način mogu se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Informatika (Digitalni sadržaj, Cloud tehnologija, Edukativne platforme) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (Suradnja u digitalnom okruženju, Pronalaženje i raščlanjivanje informacija iz različitih izvora).

PREDMETNO PODRUČJE: C/ Energija	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.I.1 Učenik povezuje potencijalnu energiju sustava s kemijskim i fizikalnim svojstvima tvari.	- povezuje potencijalnu energiju s kemijskim vezama između atoma u molekuli - objašnjava promjene energije sustava prilikom nastajanja i kidanja kemijskih veza - povezuje svojstva tvari s vrstom kemijske veze te na temelju građe molekule predviđa fizikalna i kemijska svojstva spojeva - povezuje potencijalnu energiju sustava s međučestičnim djelovanjem - uspoređuje energije različitih kemijskih veza i međučestičnih djelovanja.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.1.2
Ključni sadržaji	
- energija kemijskih veza i međučestična djelovanja - energija ionizacije i afinitet prema elektronu - agregacijsko stanje, talište, vrelište, gustoća, topljivost, viskoznost, površinska napetost, tlak para, tvrdoća.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pri realizaciji ishoda predloženih u predmetnom području Procesi i promjene, obradu kemijske veze i međučestičnih interakcija, ukazati na povezanost kemijske veze i potencijalne energije s promjenom unutarnje energije sustava. Fizikalna svojstva tvari povezati s vrstom kemijske veze, međučestičnim djelovanjem i temperaturom. Kemijska svojstva tvari povezati s vrstom kemijske veze i temperaturom. Fizikalne i kemijske promjene tvari pokazati eksperimentom. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (Pretvorba i iskorištenje energije) i Geografija (Atmosfera, Klimatski modifikatori i klimatski elementi). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (očuvanje životne sredine, ekološke teme), Matematika (ekonomski aspekti razvoja industrije), Fizika (osnovni fizikalni pojmovi - energija, temperatura, fizikalne veličine u SI sustavu) i s međupredmetnim temama: Poduzetnost (Odnos prema okolišu, Društveno odgovorno ponašanje), Osobni i socijalni razvoj (Uloga društva, traženje optimalnih ponašanja) i Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (istraživački procesi, prezentacije tematske cjeline).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.I.2 Učenik povezuje prosječnu kinetičku energiju čestica s promjenom temperature.	- povezuje biomolekule kao energente u živim organizmima - na primjerima kemijskih reakcija opisuje izmjenu energije sustava s okolinom - objašnjava pretvorbe različitih oblika energije na primjerima fotosinteze i staničnog disanja.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.2.1
Ključni sadržaji	
- agregacijska stanja tvari ovisno o temperaturi i tlaku - kinetička energija čestica.	

Preporuke za ostvarenje ishoda
Pri realizaciji ishoda predloženih u predmetnom području Proces i promjene, obradu fizikalnih promjena tvari povezati s promjenom temperature i tlaka. Brzinu reakcije povezati s agregacijskim stanjem, sastavom smjese i temperaturom.

PREDMETNO PODRUČJE: D/ Prirodosnanstveni pristup	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.I.1 Učenik povezuje rezultate kemijskih pokusa s usvojenim teorijskim znanjem.	• poznaje imena i namjenu osnovnog kemijskog pribora i posuda • objašnjava značenje piktograma za opasne tvari i pridržava se mjera opreza • koristi osnovna pravila rada pri izvođenju pokusa • provodi postupke odvajanja sastojaka iz homogenih i heterogenih smjesa • samostalno ili manjoj grupi izvodi jednostavne pokuse vezane za svojstva tvari i njihove promjene • koristi osnovna načela Zelene kemije u laboratorijskom radu
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.4.2 KEM-3.4.2
Ključni sadržaji	
• kemijski laboratorij i osnovni kemijski pribor i posude • osnovna pravila rada pri izvođenju pokusa i mjere opreza • piktogrami opasnosti i znakovi upozorenja • osnovna načela Zelene kemije u eksperimentiranju • mjerenje mase, volumena i temperature • postupci odvajanja sastojaka iz smjese (taloženje, dekantiranje, filtriranje, isparavanje, odvajanje magnetom) • otopine; zasićene, nezasićene i prezasićene (pokusi) • kemijske reakcije i energija: egzotermne i endotermne reakcije, toplina kao energija, pretvorbe energije • brzina kemijske reakcije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Odabrane eksperimente i postupke odabrati na tako da budu razumljivi učenicima kako bi ih mogli povezati s problematikom koju obrađuju, predložiti rješenja, slijediti upute, uočiti pogreške tijekom eksperimenta, donijeti samostalno zaključke, voditi evidenciju o tijeku eksperimenta, prikupiti rezultate mjerenja i obraditi ih, te povezati s korištenom literaturom. Pokusi u okviru teme: tekućine (opće karakteristike tekućina – viskoznost, napetost površine tekućina, isparavanje tekućina), promjene agregacijskih stanja, gustoća, talište, vrelište, krivulja zagrijavanja čvrstih tvari, topljivost tvari u vodi – čvrste tvari, tekućine i plinovi, krivulja topljivosti čvrstih tvari, kemijske promjene, promjena energije u sustavu, topline, temperature, endotermne i egzotermne reakcije, reverzibilne i ireverzibilne reakcije, dokazivanje svojstva metala, nemetala i njihovih spojeva. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima međupredmetne teme Poduzetnost (Projektni ciklus, Resursi).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.I.2 Učenik primjenjuje matematička znanja i vještine.	• primjenjuje matematičke vještine za osnovni kemijski račun • izračunava množine tvari na temelju jednadžbe kemijske reakcije • primjenjuje matematičke vještine za stehiometrijske izračune.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.4.2
Ključni sadržaji	
• osnove kemijskog računa, brojnost, množina, molarna masa, molarni volumen • određivanje empirijske i molekulske formule spoja • maseni udio; • stehiometrija kemijskih reakcija; doseg kemijske reakcije i mjerodavni reaktant	

• masa atoma i relativna atomska masa, odnos mase i brojnosti atoma • molarna masa, odnos mase i množine, odnos mase i brojnosti jedinki • molarni volumen, odnos množine, mase i volumena.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Računski i problemski zadatci u okviru Prirodosnanstvenoga pristupa odnose se na kemijske reakcije anorganskih i organskih tvari navedenih u sadržaju i preporukama koncepta Tvari, Promjene i procesi. Nastavnik sam odabire tvari i zadatke najpogodnije za ostvarivanje ishoda. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnog predmeta Matematika (Matematička logika, Računanje u skupu realnih brojeva, Znanstveni zapis realnog broja, Algebarski izrazi i algebarski razlomci, Linearna jednačba, Sustav linearnih jednačbi).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.I.3 Učenik uočava zakonitosti upćavanja podataka prikazanih tekstem, modelom, crtežom, tablicama i grafovima.	• prikazuje i uspoređuje podatke dobivene pokusom, uz pomoć crteža, tablica, grafova • prikazuje modelima i opisuje prostornu građu tvari • usustavljuje podatke dobivene analizom i obrađuje ih • uočava zakonitosti fizikalno-kemijskih promjena tvari i izvodi zaključke o prikazanim rezultatima • samostalno rješava zadatke, izvodi pokuse i zaključuje o svojstvima i strukturi anorganske tvari.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.4.3 KEM-2.4.3 KEM-3.4.3
Ključni sadržaji	
• kemijska sinteza i analiza • ireverzibilne i reverzibilne reakcije • egzotermne i endotermne reakcije • agregacijska stanja tvari, tlak plina, topljivost tvari.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Fizikalne i kemijske promjene anorganskih tvari, ispitane eksperimentom ili na temelju drugih izvora, prikazati tablicom i/ili grafički, te interpretirati podatke. Prikazuje modelima čestičnu građu tvari – odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi zbog vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnog predmeta Matematika (crta i interpretira skup točaka u koordinatnoj ravni, Koordinatni sustav u ravnini, Pojam funkcije, Primjena linearne funkcije, Vrste i prikaz podataka).	

GIMNAZIJA

2. razred /70 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: A/ Tvari	
Ishod učenja	Razrada ishoda
A.II.1 Učenik analizira i opisuje svojstva, sastav i vrstu tvari.	• analizira i uspoređuje fizikalna i kemijska svojstva zasićenih i nezasićenih ugljikovodika • analizira sastav i vrstu otopina • uspoređuje sastav pravih otopina, grubo disperznih i koloidnih sustava.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.1.1 KEM-4.1.1
Ključni sadržaji	
• alkani, homologni niz, svojstva i reakcije alkana: izomerija, nastajanje halogenalkana • cikloalkani • alkeni, homologni niz, svojstva i reakcije alkana: izomerija, adicijske reakcije alkana • alkini, homologni niz, svojstva i reakcije alkina: izomerija, adicijske reakcije alkina	

vrste otopina, proces otapanja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Koristeći radne listiće, nastavnik provjerava usvojena znanja. Učenik uspoređuje strukturu i fizikalna svojstva ugljikovodika. Opaža kemijske promjene temeljem pokusa. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (pretvorba energije) i Biologija (koloidni sustavi, organski spojevi u biološkim sustavima).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.II.2 Učenik opisuje sastav tvari koristeći kemijsko nazivlje i simboliku.	- određuje nomenklaturu organskih spojeva - prikazuje čestičnu građu ugljikovodika i halogenalkana Lewisovom simbolikom.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.1.4
Ključni sadržaji	
- alkani, homologni niz, izomerija i svojstva - reakcije alkana, nastajanje halogenalkana - cikloalkani - alkeni, homologni niz, izomerija i svojstva - reakcije alkena: izomerija, adicijske reakcije alkena - alkini, homologni niz, izomerija i svojstva - reakcije alkina: izomerija, adicijske reakcije alkina - supstitucijske i eliminacijske reakcije halogenalkana jakim lužinama.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenici prikazuju sastav čestica Lewisovom simbolikom, strukturnim formulama i veznim crticama. Nastavnik može pokazati 3D strukturu 2D zapisa molekula koristeći se modelima. Po mogućnosti koristi animacije reakcija molekula. Učenici proučavaju reakcijske mehanizme, određuju nukleofile i elektrofile. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnog predmeta Informatika (animacije, PPT prezentacije). Sadržaj ove tematske cjeline moguće je povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (Geometrija, Trigonometrija) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (Istraživanje na zadanu temu upotrebom IKT-a, Razvoj kompleksne ideje koristeći IKT).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.II.3 Učenik kritički razmatra upotrebu tvari u svakodnevnici i njihov utjecaj na okoliš.	- razmatra upotrebu ugljikovodika i halogenalkana u svakodnevnici, njihovu ulogu u zdravstvu i industriji te utjecaj na okoliš i održivi razvoj - razmatra utjecaj otopina na okoliš i održivi razvoj.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.3.1 KEM-1.3.2 KEM-1.3.3
Ključni sadržaji	
- reakcije alkana, alkena i alkina - Zemni plin i metan - halogenalkani (klormetan, diklormetan, triklormetan i tetraklormetan) - freoni i insekticidi - polimerizacija alkena i alkina - polipropen i teflon - PVC i PAN - vrste otopina, proces otapanja - topljivost čvrstih tvari i plinova - koligativna svojstva: tlak pare tekućina, povišenje vrelišta, sniženje ledišta, osmotski tlak, fazni dijagram vode.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenici jačaju svijest o važnosti kemije u očuvanju okoliša. Upoznaju se s principima Zelene kemije i njene uloge u održivom razvoju. Formiraju ankete i upitnike pomoću kojih podižu svijest javnosti o očuvanju okoliša. Nastavnik može organizirati rasprave i dodijeliti seminarske radove s temama vezanim uz utjecaj organskih i anorganskih tvari na okoliš. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (zaštita okoliša, održivi razvoj), Sociologija (verbalizacija stavova i revidiranje temeljem novih informacija, ankete i	

upitnici), Politika (ekologija) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (Istraživanje na zadanu temu upotrebom IKT-a).

PREDMETNO PODRUČJE: B/ Procesi i promjene	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.II.1 Učenik uočava kemijske promjene na primjerima reakcija.	• kritički razmatra promjene u sastavu tvari prilikom kemijskih reakcija organskih tvari • piše jednadžbe kemijskih reakcija adicije, eliminacije i supstitucije ugljikovodika • objašnjava Raoultov zakon parcijalnih tlakova i povezuje ga s topljivosti plinova u tekućinama • objašnjava brzine kemijskih reakcija na temelju promjene koncentracije reaktanata i produkata.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.2.1 KEM-2.2.3 KEM-4.1.1
Ključni sadržaji	
• reakcije alkana, alkena i alkina • supstitucijske i eliminacijske reakcije halogenalkana jakim lužinama • topljivost čvrstih tvari i plinova • brzina kemijske reakcije: prosječna brzina kemijske reakcije, prosječna brzina trošenja reaktanta i nastajanja produkta.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenik izvodi pokuse pod nadzorom nastavnika. Promatra i bilježi opažanja. Analizira promjene. Nastavnik može prikazati kemijske reakcije pomoću modela. Učenik povezuje preraspodjelu kemijskih veza i promjenu energije. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (brzina reakcije) i Biologija (topljivost plinova u krvi).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.II.2 Učenik procjenjuje utjecaj čimbenika na brzinu kemijske reakcije.	• analizira brzinu kemijske promjene i djelovanje čimbenika koji na nju utječu • uspoređuje brzine kemijskih promjena na temelju podataka o utjecaju katalizatora i inhibitora.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.2.2 KEM-4.3.3
Ključni sadržaji	
• čimbenici koji utječu na brzinu promjene: površina reaktanata, agregacijsko stanje, koncentracija, temperatura • utjecaj katalizatora i inhibitora na brzinu kemijske reakcije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenik vizualizira kemijsku promjenu pomoću pokusa. Određuje brzinu zadanih reakcija. Analizira brzinu reakcije promjenom agregacijskih stanja reaktanata, njihove ukupne površine, koncentracije i temperature. Uz vodstvo nastavnika analizira utjecaj katalizatora, crta grafove pomoću kojih uspoređuje brzinu reakcije s katalizatorom i bez njega. Povezuje energiju aktivacije s brzinom reakcije. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (brzina reakcije), Biologija (biokatalizatori, enzimi) i s međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije (istraživanje na zadanu temu upotrebom IKT-a).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.II.3 Učenik procjenjuje utjecaj čimbenika na sastav reakcijske smjese u ravnotežnom sustavu.	• definira Le Chatelieroovo načelo • piše konstante kemijske ravnoteže na temelju zadanih reakcija • analizira djelovanje čimbenika na ravnotežno stanje sustava.
Poveznice sa ZJNPP	

Ključni sadržaji
- Le Chateliereovo načelo - konstanta kemijske ravnoteže, položaj ravnoteže - reverzibilne i ireverzibilne promjene - čimbenici koji utječu na pomak kemijske ravnoteže.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Nastavnik može izvesti ili zadati učeniku kemijski pokus koji mu pomaže vizualizirati kemijske promjene. Učenik crta grafove i računa koncentracije reaktanata i produkata. Uz vodstvo nastavnika analizira promjene kemijske ravnoteže reakcije promjenom tlaka, temperature ili koncentracije tvari. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (grafovi, Le Chateliereovo načelo) i Matematika (računanje, linearne jednadžbe).

PREDMETNO PODRUČJE: C/ Energija	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.II.1 Učenik objašnjava izmjenu energije između sustava i okoline i povezanost promjena tijekom kemijske reakcije ili fizikalnog procesa.	- opisuje promjene energije prilikom pucanja i nastajanja kemijskih veza ili međumolekulskih sila - povezuje fizikalne i kemijske promjene s pretvorbama potencijalne i kinetičke energije - opisuje prijenos energije između sustava i okoline radom i topline - razlikuje egzotermne od endotermnih procesa na osnovi promjene temperature sustava i okoline tijekom kemijske reakcije - objašnjava povezanost prirasta entalpije i prijenosa topline.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.2.3
Ključni sadržaji	
- Prvi zakon termodinamike, unutarnja energija, entalpija - termokemija: reakcijska entalpija, egzotermne i endotermne promjene - entalpija stvaranja, entalpija sagorijevanja, entalpija promjene agregacijskih stanja (entalpija prijelaza), entalpijski dijagrami - entropija i Gibbsova energija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenik razmišlja o čestičnoj prirodi tvari i međudjelovanju tih čestica uz dodatak energije, a uz vodstvo nastavnika. Povezuje međumolekulske sile i intenzivna svojstva tekućina s prelaskom čestica iz tekućeg u plinovito stanje. Proučava temperature vrelišta u različitim uvjetima u okolišu (npr. na različitim nadmorskim visinama). Računski i grafički određuje termodinamičke promjene zadanih kemijskih ili fizikalnih promjena. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (pretvorba energije, termodinamika), Matematika (grafovi, linearne jednadžbe), a u primjeni stečenih znanja u prirodi sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajem nastavnog predmeta Biologija (ekologija).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.II.2 Učenik objašnjava koligativna svojstva i energijske promjene otopina.	- povezuje ravnotežni tlak pare i vrelište tekućina - analizira promjene prilikom povišenja vrelišta i sniženja ledišta otopina i čistog otapala - opisuje čimbenike koji utječu na osmotski i hidrostatski tlak.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.2.2
Ključni sadržaji	
- koligativna svojstva: tlak pare tekućina, povišenje vrelišta, sniženje ledišta, osmotski tlak, fazni dijagram vode - energijske promjene pri otapanju.	

Preporuke za ostvarenje ishoda
Učenik razmišlja o čestičnoj prirodi tvari i međudjelovanju tih čestica uz dodatak energije, a uz vodstvo nastavnika. Povezuje međumolekulske sile i intenzivna svojstva tekućina s prelaskom čestica iz tekućeg u plinovito stanje. Proučava tlak pare tekućine u zatvorenom sustavu, kao i stanje dinamičke ravnoteže. Nastavnik postavlja različite uvjete u sustavu koji utječu na dinamičku ravnotežu i vrelište, a učenici analiziraju nastale promjene. Upoznaju se s pojmovima latentne topline, otapanja čvrstih tvari i plinova u tekućinama, te pretvorbama energije u tim procesima. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (računanje, linearne jednadžbe) i Fizika (termodinamika).

PREDMETNO PODRUČJE: D/ Prirodosnanstveni pristup	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.II.1 Učenik povezuje rezultate kemijskog pokusa s usvojenim teorijskim znanjem.	- na temelju pokusa određuje i uspoređuje reaktivnost, fizikalna i kemijska svojstva organskih tvari - kalorimetrijskim metodama određuje reakcijsku entalpiju - mjeri promjenu reakcijske entalpije i entalpije otapanja - priprema otopine zadane koncentracije, razrjeđuje ih i miješa - izvođenjem kemijskih pokusa objašnjava brzine različitih kemijskih reakcija - na temelju pokusa opisuje položaj kemijske ravnoteže.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.4.2
Ključni sadržaji	
- alkani, homologni niz, svojstva i reakcije alkana: izomerija, nastajanje halogenalkana - cikloalkani - alkeni, homologni niz, svojstva i reakcije alkena: izomerija, adicijske reakcije alkena - alkini, homologni niz, svojstva i reakcije alkina: izomerija, adicijske reakcije alkina - reakcijska kalorimetrija - entalpija stvaranja, entalpija sagorijevanja, entalpija promjene agregacijskih stanja (entalpija prijelaza), entalpijski dijagrami - iskazivanje sastava otopina: masena i množinska koncentracija, molalnost, maseni i množinski udio - priprema otopina (razrjeđivanje i miješanje otopina) - brzina kemijske reakcije: prosječna brzina kemijske reakcije, prosječna brzina trošenja reaktanta i nastajanja produkta. - konstanta kemijske ravnoteže.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pokusi bi se trebali odabrati tako da učenicima budu razumljivi i da uz njihovu pomoć razjasne i povežu naučene koncepte. Upoznati učenike s laboratorijskim posuđem, priborom i kemikalijama i naglasiti važnost opreznog rukovanja i sigurnosti pri radu. Učenici trebaju bilježiti opažanja, koristiti dnevnik rada ili radne listiće, a nastavnik provjeriti rezultate i zabilježiti uspjeh učenika. Tijekom izvođenja pokusa nastavnik ispravlja pogreške i potiče učenike na samostalni rad. Kalorimetrijski pokus podrazumijeva mjerenje promjene temperature u sustavu tijekom kemijske reakcije i izračunavanje izmijenjene topline, promjene entalpije sustava i reakcijske entalpije te specifični toplinski kapacitet. Učeniku napominjati kako u procesu dolazi do promjene energije. Učenici mogu individualnim ili individualiziranim radom pripremiti otopine točno određenih koncentracija, razrijediti ih ili miješati, računati nove koncentracije i druge čimbenike. Nastavnik sam odabire kemikalije. Pokuse s organskim tvarima izvodi profesor ako procijeni da mogu biti opasni za učenike. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (entalpija i brzine kemijske reakcije), Biologija (molekularna biologija, fiziologija, ekologija) i Matematika (računanje).	

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.II.2 Učenik primjenjuje matematička znanja i vještine prilikom rješavanja zadataka.	• izračunava vrijednosti reakcijske entalpije i entalpije otapanja uz pomoć entalpija nastajanja • izračunava tlak para otapala iznad otopina i neka koligativna svojstva (povišenje vrelišta, sniženje ledišta i osmotski tlak) • izračunava doseg reakcije i određuje mjerodavni reaktant • izračunava sastav otopine pomoću udjela, koncentracija i molalnosti • izračunava brzinu kemijskih reakcija • izračunava koncentracije tvari prilikom uspostavljanja kemijske ravnoteže i određuje konstante ravnotežne smjese.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.4.2
Ključni sadržaji	
• računski i problemski zadatci na temu reakcijske entalpije i entropije • iskazivanje sastava otopina: masena i množinska koncentracija, molalnost, maseni i množinski udio • energijske promjene pri otapanju • topljivost čvrstih tvari i plinova • računski i problemski zadatci iz područja iskazivanja sastava otopina • računski zadatci na temu sastava otopina, dosega reakcije i mjerodavnog reaktanta • računski i problemski zadatci na temu kemijske kinetike • sastav ravnotežne smjese • računski zadatci na temu ravnotežne koncentracije tvari • određivanje konstanti ravnoteže.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenik rješava računske i problemske zadatke na temelju preporučenih sadržaja. Nastavnik odabire zadatke prikladne razini znanja učenika, u svrhu razvijanja vještina i boljeg razumijevanja gradiva. Po mogućnosti povezati računske zadatke s kemijskim pokusom. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnog predmeta Matematika (računanje u skupu realnih brojeva, linearne jednadžbe, algebarski razlomci).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.II.3 Učenik uočava zakonitosti uopćavanja podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.	• prikazuje sastav i reakcije organskih spojeva koristeći modele • povezuje konceptualna znanja prikazima entalpijskih dijagrama određenih kemijskih reakcija • prikazuje podatke tablicama i grafovima. • crta i objašnjava entalpijske i entropijske dijagrame, fazni dijagram vode • određuje topljivost tvari prikazujući povezanost koncentracije i temperature na grafu • određuje položaj kemijske ravnoteže prikazujući povezanost koncentracije i vremena na grafu • prikazuje sastav organskih tvari koristeći modele.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.4.3 KEM-2.4.3 KEM-3.4.3
Ključni sadržaji	
• supstitucijske i eliminacijske reakcije halogenalkana jakim lužinama • polimerizacija alkena i alkina • entalpija stvaranja, entalpija sagorijevanja, entalpija promjene agregacijskih stanja (entalpija prijelaza), entalpijski dijagrami • koligativna svojstva: tlak pare tekućina, povišenje vrelišta, sniženje ledišta, osmotski tlak, fazni dijagram vode • energijske promjene pri otapanju • topljivost čvrstih tvari i plinova	

- čimbenici koji utječu na pomak kemijske ravnoteže.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Učenik modelima prikazuje čestičnu građu tvari uključenih u promjene i procese - odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi zbog vizualizacije reakcija i građe organskih tvari.

Na temelju odnosa stehiometrijskih koeficijenata reaktanata i produkata, učenik crta grafičke prikaze ovisnosti promjene koncentracije tvari u vremenu reakcije. Crta entalpijske dijagrame, bilježi energijske promjene u otapanju. Crta fazni dijagram vode i određuje promjene agregacijskih stanja, tališta i vrelišta na temelju promjene temperature i tlaka.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (koordinatni sustav) i Fizika (pretvorbe agregacijskih stanja, termodinamika).

GIMNAZIJA

3. razred /70 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: A/ Tvari

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.III.1 Učenik objašnjava sastav i vrstu anorganskih i organskih tvari.	• navodi opće osobine, dobivanje i primjenu metala i nemetala • navodi zastupljenost i najvažnije prirodne izvore elemenata metala i nemetala i njihovih spojeva • definira kiseline i baze po Arrheniusu, Brønsted-Lowryju i Lewisu • definira pufere • objašnjava kiseline, baze i pufere • objašnjava kiselo-bazne indikatore • objašnjava sastav, strukturu i funkcionalne skupine alkohola, aldehida i ketona, karboksilnih kiselina i estera • uspoređuje različite organske spojeve s kisikom po sastavu, strukturi i funkcionalnoj skupini.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.1.1 KEM-2.1.2 KEM-2.1.3
Ključni sadržaji	
• anorganske elementarne tvari i njihovi spojevi (oksidi, kiseline, baze i soli): alkalijski i zemnoalkalijski metali • tehnički važni metali • kiseline, baze, soli, puferi i kiselinsko-bazni indikatori • organski spojevi s kisikom: alkoholi, aldehidi i ketoni, karboksilne kiseline i esteri.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Radom na PSE-u odabrati metale i nemetale, objasniti njihove osobine s obzirom na položaj u PSE-u, uočiti međusobne sličnosti i razlike pojedinih elemenata (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Al) i nemetalima (H, Cl, O, S, C, N). Koristeći školsku ploču i radne listiće obraditi kiseline, baze i soli pišući Lewisovom simbolikom simbole metala i nemetala radi boljeg razumijevanja kiselina, baza i soli. Naglasiti sastav i ulogu pufera u ljudskome organizmu; puferske sustave obraditi na kvalitativnoj razini pomoću kiselinsko-baznih reakcija. Hidrolizu soli objasniti pomoću kiselinsko-bazne teorije. Naglasiti razliku organskih spojeva s jednostruko vezanim kisikom (alkoholi) i dvostruko vezanim kisikom (aldehidi i ketoni, karboksilne kiseline). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija (puferi u ljudskom tijelu, anorganski i organski spojevi u biljnom i životinjskom organizmu), Geografija (nalazišta metala i njihovih spojeva) i s međupredmetnim temama: Poduzetnost (ekonomska važnost dobivanja metala i njihovih spojeva) i Građanski odgoj i obrazovanje (utjecaj alkohola na ponašanje pojedinaca).	

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.III.2 Učenik primjenjuje kemijske formule i imenuje spojeve pri opisivanju sastava tvari.	• piše jednadžbe kemijskih reakcija • razlikuje značenja simboličkih prikaza u okviru koncepta • prikazuje čestice reaktanata i produkata Lewisovom simbolikom • prikazuje molekule organskih spojeva pišući kondenzirane i strukturne formule spojeva na osnovi naziva spoja i obrnuto • imenuje organske spojeve prema IUPAC nomenklaturi • navodi trivijalne nazive organskih spojeva koji su u upotrebi u svakodnevnom životu.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.1.4
Ključni sadržaji	
• oksidi metala i nemetala i njihove soli: kloridi, nitrati, sulfati, hidridi i karbonati • tehnički važni metali • kiseline, baze, soli, puferi i kiselo-bazni indikatori • organski spojevi s kisikom: alkoholi, aldehidi, ketoni, karboksilne kiseline i esteri.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pisanjem kemijskih jednadžbi na školskoj ploči i rješavanjem radnih listića učenici vježbaju pravilno pisanje formula metalnih i nemetalnih spojeva te pravilno imenovanje istih. Nastavnik ukazuje na važnost poznavanja pravila određivanja oksidacijskih brojeva za pravilno pisanje formule spoja. Individualnim pristupom uvježbati učenike za prikazivanje molekula organskih spojeva kondenziranim i strukturnim formulama, formulama veznim crticama na temelju naziva spoja ili obrnuto. Vježbanjem prepoznati funkcionalne skupine u molekulama organskih spojeva i obrnuto te prepoznati vrstu organskoga spoja na temelju zadane funkcionalne skupine.	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.III.3 Učenik povezuje građu anorganskih i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima.	• povezuje građu i osobine elementarnih tvari s njihovim položajem u PSE-u • povezuje građu metala i nemetala i njihovih spojeva s fizikalnim i kemijskim svojstvima • povezuje kristalnu strukturu metala i metalnu vezu s osobinama metala i njihovom praktičnom primjenom • uspoređuje kiseline, baze i pufere po sastavu, vrsti i svojstvima • povezuje građu organskih spojeva s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.1.3 KEM-2.1.2 KEM-2.2.1
Ključni sadržaji	
• građa i osobine alkalijskih i zemnoalkalijskih metala i njihovih spojeva • metalna veza i kristalna struktura metala • tehnički važni metali • građa i osobine nemetala i njihovih spojeva • kiseline, baze i soli • građa i osobine organskih spojeva s kisikom.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Nastavnik je slobodan da sam izabere primjere spojeva i kemijskih elemenata na kojima će obraditi predložene ishode. Audiovizualnim uratkom i prezentacijom učenicima približiti ovisnost građe metala i nemetala s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima. Pri povezivanju čestične građe anorganskih i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima obratiti pozornost na vrstu čestičnih međudjelovanja i njihov utjecaj na agregacijsko stanje, reaktivnost, kiselost, lužnatost.	

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (fizikalna svojstva metala, nemetala i organskih spojeva) i Biologija (aldehidi i ketoni kao sastavni dio biljaka).

PREDMETNO PODRUČJE: B/ Procesi i promjene	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.III.1 Učenik objašnjava kemijske promjene anorganskih i organskih tvari.	• prikazuje promjene anorganskih i organskih tvari jednadžbama kemijskih reakcija • određuje jakost kiselina i baza • opisuje djelovanje indikatora i kiselost otopine na temelju pH-vrijednosti • objašnjava disocijaciju, ionizaciju, neutralizaciju i hidrolizu soli pomoću teorija o kiselinama i bazama • piše jednadžbe kemijskih reakcija u galvanskom i elektroliznom članku • objašnjava kemijske reakcije dobivanja alkohola, aldehida, ketona, karboksilnih kiselina i estera • piše jednadžbe kemijskih reakcija oksidacije, redukcije, nukleofilne supstitucije, adicije, esterifikacije i hidrolize organskih spojeva s kisikom.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.2.1 KEM-3.3.1 KEM-3.3.3
Ključni sadržaji	
• reakcije anorganskih tvari: dobivanje soli, oksidacija i redukcija u vodenim otopinama • kiseline, baze i soli • jakost kiselina i baza • pH-vrijednost • neutralizacija • hidroliza soli • procesi u galvanskim i elektroliznim člancima • korozija i načini zaštite od korozije • reakcije organskih tvari: dobivanje alkohola, supstitucijske reakcije alkohola, oksidacija alkohola, oksidacija aldehida i ketona, adicije alkohola na aldehide i ketone, esterifikacija, hidroliza estera.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Prikazivanjem filma o dobivanju željeza ili aluminija učenici će shvatiti važnost učenja reakcija oksidacije i redukcije. Za razumijevanje reakcija prilikom elektrolize pisati na ploči parcijalne jednadžbe oksidacije i redukcije te koristiti podatke iz Voltina niza. Izvođenjem eksperimenta željeza s kiselinama, učenicima pomažemo u razumijevanju dobivanja različitih soli, ovisno o koncentracijama i vrsti kiselina. Napraviti prezentaciju o utjecaju kemijskih promjena na okoliš (gorenje, kiselost, lužnatost, taložne reakcije) te motivirati učenike da sudjeluju u raspravi. Sadržaj tematske cjeline Procesi u galvanskim i elektroliznim člancima može se povezati sa sadržajem nastavnog predmeta Fizika, a sadržaj tematske cjeline Korozija i načini zaštite od korozije može se povezati sa sadržajem nastavnog predmeta Biologija (ekologija).	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.III.2 Učenik kritički analizira upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.	• objašnjava prirodne i antropogeno izazvane promjene i procese u prirodi • utvrđuje važnost tehnoloških procesa i njihov utjecaj na održivi razvoj • procjenjuje ekološku prihvatljivost pojedinih tehnoloških procesa u iskorištavanju prirodnih resursa • argumentirano upozorava na iskorištavanje prirodnih resursa i predlaže

	načine zaštite okoliša - objašnjava utjecaj teških metala i njihovih spojeva na čovjeka i okoliš - povezuje pojavu kiselih kiša, smoga i oštećenja ozonskog omotača s nekontroliranim korištenjem spojeva ugljika, dušika, sumpora, fosfora i klora.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.3.1 KEM-2.3.2 KEM-2.3.3
Ključni sadržaji	
- dobivanje odabranih metala i nemetala - dobivanje i svojstva oksida metala i nemetala i njihovih soli: klorida, nitrata, sulfata, hidrida i karbonata - kiseline, baze, soli i puferi - dobivanje tehnički važnih metala - onečišćenje teškim metalima - Vodik - novi izvor energije - svojstva i reakcije alkohola, aldehida, ketona, karboksilnih kiselina i estera.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pisanjem i prezentacijom seminarskih radova učenici će razvijati svijest o važnosti alkalijskih i zemnoalkalijskih metala za čovjeka (npr. mogu se osvrnuti na Na-K pumpu, manjak kalija u organizmu uslijed terapije diureticima, povišenje krvnog tlaka uslijed prehrane bogate natrijevim kloridom, važnost kalcija za strukturu kostiju i zubi, itd.). Audiovizualnim uradcima i izradom prezentacija pobuditi kod učenika interes o učinkovitom korištenju prirodnih energenata, poticati ih na recikliranje predmeta iz svakodnevnog života te odgovorno skladištenje školskog i kućnog otpada, kao i onoga u lokalnoj zajednici. Pronaći primjere, napraviti PPT prezentaciju i objasniti sastav i ulogu pufera u ljudskom organizmu. U sklopu terenske nastave obići odlagališta otpada, pogon za proizvodnju metalnih (aluminijских) proizvoda i, po mogućnosti, pogon za proizvodnju hrane, te uočiti probleme u zbrinjavanju otpada. Organizirati predavanje (debatu) sa stručnim osobama na temu štetnih utjecaja spojeva metala i nemetala na zdravlje čovjeka. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (tehnološki procesi), Biologija (utjecaj teških metala na zdravlje, kisele kiše, iskorištavanje prirodnih resursa), Geografija (nalazišta metala) i s međupredmetnom temom Poduzetnost (zbrinjavanje otpada).	

PREDMETNO PODRUČJE: C/ Energija	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.III.1 Učenik analizira promjene u elektrokemijskim člancima.	- uspoređuje promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskog (Voltina) niza - shematski prikazuje galvanski članak - predviđa kemijske reakcije na elektrodama galvanskog članka - povezuje shematski prikaz elektrokemijskoga članka s reakcijama u polučlancima - piše parcijalne redoks jednačbe elektroliznih i galvanskih članaka - uspoređuje procese elektrolize talina i vodenih otopina zadane soli.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.2.1
Ključni sadržaji	
- standardna vodikova elektroda - standardni redukcijski elektrodni potencijal - reaktivnost metala i Voltin niz - razlika potencijala galvanskog članka - reakcije na anodi i katodi u galvanskom članku - reakcije u elektroliznom članku - Faradayev zakon.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	

Za razumijevanje elektrokemijskih procesa neophodno je ponoviti i izvježbati redoks reakcije, određivanje oksidacijskih brojeva te shvatiti promjene koje se događaju pri oksidaciji i redukciji. Učenici trebaju razumjeti važnost Daniellovog članka (baterije), princip rada (pretvaranja kemijske energije u električnu) i razlikovati galvanski od elektroliznog članka. Učenici vježbaju pravilno označavanje galvanskih članaka te pisanje polureakcija na elektrodama. Korisno je znanje i o sekundarnim galvanskim člancima – akumulatorima, koji su skupi, a pogrešnim postupcima se lako mogu uništiti. Izvođenjem eksperimenta elektrolize učenici uočavaju promjene koje se događaju na katodi i anodi, bilježe dobivene rezultate, te izračunavaju količinu izlučene tvari na elektrodi. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika (galvanski i elektrolizni članci) i Matematika (rješavanje stehiometrijskih zadataka vezanih za količinu tvari izlučenu na elektrodama).

Odgajno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.III.2 Učenik povezuje množinu izlučene tvari na elektrodama s količinom naboja.	• piše matematički izraz za Faradayev zakon elektrolize • objašnjava povezanost Faradayeve konstante s nabojem elektrona • povezuje množinu izlučene tvari s množinom elektrona • razlikuje galvanski od elektroliznog članka na temelju crteža i shematskog prikaza • razlikuje i prepoznaje kemijske reakcije na katodi i anodi • objašnjava elektrolizu talina i vodenih otopina soli.

Poveznice sa ZJNPP

KEM-1.4.2 KEM-3.2.2

Ključni sadržaji

- standardna vodikova elektroda i standardni redukcijski elektrodni potencijal
- elektrokemijski (Voltin) niz
- galvanski članak
- razlika potencijala galvanskog članka, anoda, katoda, polučlanak
- elektrolizni članak
- elektroliza talina oksida metala i soli
- elektroliza vodenih otopina kiselina i soli
- Faradayev zakon elektrolize.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Pomoći učenicima u sastavljanju galvanskog članka te eksperimentom objasniti pretvorbu kemijske energije u električnu.

Pokazati eksperimentalno pretvorbu električne energije u kemijsku u elektrolizeru te objasniti razliku između elektrolize talina ili vodenih otopina soli.

Pomoću Voltina niza, učenici predviđaju reakcije koje će se dogoditi u elektrokemijskom članku, galvanskom ili elektroliznom.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnog predmeta Fizika (galvanski i elektrolizni članak, Faradayev zakon elektrolize) i s međupredmetnom temom Poduzetnost (dobivanje određenih metala elektrolizom, pretvorba kemijske energije u električnu...).

PREDMETNO PODRUČJE: D/ Prirodno-znanstveni pristup

Ishod učenja	Razrada ishoda
D.III.1 Učenik povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama.	• objašnjava reakcije anorganskih i organskih tvari temeljem izvedenih pokusa • uspoređuje reaktivnost anorganskih i organskih tvari na temelju izvedenih pokusa • mjeri pH-vrijednost otopina • izvodi pokus s galvanskim i elektroliznim člancima • mjeri potencijal članka.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.4.2

Ključni sadržaji	
• alkalijски метали и њихови спојеви • земноалкалијски метали и њихови спојеви • халогени елементи и њихови спојеви • халкогени елементи и њихови спојеви • дјшкови спојеви • угљикови спојеви • pH-вриједности киселинско-базних отопина • топлјивост соли • разлика стандардних електродних потенцијала • Faradayev закон електролизе.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Odabranim pokusima u okviru koncepata ućenicima omogućiti razumijevanje kemijskih reakcija navedenih anorganskih i organskih tvari (npr. svojstva bakrova (II)oksida, laboratorijsko dobivanje amonijaka, alkoholno vrenje, itd.). Mjerenjem mase tijekom elektrolize vodene otopine bakrove soli ućenici povezuju mnoŹine elektrona s promjenama mnoŹine tvari na elektrodama. Razlike standardnih elektrodnih potencijala dokazati i objasniti mjerenjem napona galvanskih ćlanaka pri ćemu nastavnik odabire tvari i elektrode kojima će se najlakše doći do oćekivanih rezultata. Izvođenjem eksperimenta elektrolize ućenici uoćavaju promjene koje se dogaćaju na katodi i anodi te biljeŹe dobivene rezultate. Ukazivati na vaŹnost paŹljivog zapisivanja rezultata, pravljenja i unošnja podataka u tablice i grafove te uoćavati promjene tijekom pokusa. Sadržaj tematske cjeline Dušikovi i ugljikovi spojevi moŹe se povezati sa sadržajem nastavnog predmeta Biologija (kruŹni tok dušika i ugljika), a sadržaj tematske cjeline Faradayevi zakoni elektrolize moŹe se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta Fizika i Matematika (matematićki izraćuni).	
Odgojno-obrazovani ishod ućenja	Razrada ishoda
D.III.2 Ućenik uoćava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih crteŹima, grafikonima i tablicama.	• razlikuje galvanski od elektroliznog ćlanka na temelju crteŹa i shematskoga prikaza • povezuje shematski prikaz elektrokemijskog ćlanka s reakcijama u polućlancima • prikazuje podatke prikupljene pokusima ili izraćunima novim tekstom, tablicama i grafovima • interpretira različite vrste brojćanih, tablićnih i grafićkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu • prikazuje modelima tvari ukljućene u promjene i procese • opisuje utjecaj kemijskih promjena na okoliš.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.4.1 KEM-1.4.2 KEM-1.4.3
Ključni sadržaji	
• reakcije oksidi metala i nemetala • dobivanje i toплјивост соли • pH-вриједности киселинско-базних реакција • индикатори • реакције у полућлancima galvanskog ćlanka i електролизеру • топлјивост organskih spojeva s kisikom.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ukazivati na vaŹnost paŹljivog zapisivanja rezultata, pravljenja i unošnja podataka u tablice i grafove te na taj naćin uoćavati promjene tijekom pokusa. Na temelju odnosa stehiometrijskih koeficijenata reaktanata i produkata crtati grafićke prikaze ovisnosti promjene koncentracije tvari u vremenu reakcije. Promjene pH-вриједности u ovisnosti o koncentraciji otopine prikazati grafićki, koristeći milimetarski papir. Rezultate dobivene pokusom reakcija u polućlancima prikazati u tabeli (ovisnost reaktivnosti metala o standardnom redukcijskom potencijalu). Tabelarno prikazati i usporediti toплјивост alkohola, aldehida i karboksilnih kiselina u vodi i povezati s	

polarnosti molekula.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (grafički prikaz ovisnosti promjene koncentracije i vremena), Fizika (galvanski i elektrolizni članci) i Informatika (prikazivanje i obrada dobivenih rezultata grafički ili tablicama upotrebom računala).

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.III.3 Učenik primjenjuje matematička znanja i vještine.	- izračunava mase, množine, koncentracije spojeva metala i nemetala - izračunava pH-vrijednost vodenih otopina kiselina i baza - izračunava razliku standardnih elektrodnih potencijala - izračunava promjene množine tvari na elektrodama u jednome članku ili serijski spojenim člancima.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.4.3 KEM-2.4.3 KEM-3.4.3
Ključni sadržaji	
- stehiometrija kemijskih reakcija (množina, masa, brojnost, koncentracije) - iskoristivost kemijskih reakcija (mjerodavni reaktant i reaktant u suvišku) - pH-vrijednosti i koncentracije kiselina i baza - računski i problemski zadatci iz područja elektrokemije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Za razumijevanje svrhe kemijskih reakcija anorganskih i organskih tvari učenici nakon pokusa izračunavaju iskoristivost pojedinih reakcija (reakcija fosfora s klorom u suvišku, maseni udio željeza u slitini kroma...). Nastavnik odabire problemske zadatke prema izvedenim pokusima. Na temelju odnosa stehiometrijskih koeficijenata reaktanata i produkata crtati grafičke prikaze ovisnosti promjene koncentracije tvari u vremenu reakcije. Nastavnik odabire zadatke za računanje množine elektrona u odnosu na promjene množine tvari na elektrodama. Npr. elektrolizom vodene otopine bakrove soli mjerimo masu izlučene tvari, a razlike standardnih elektrodnih potencijala mjerenjem napona galvanskih članaka. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika (izračunavanje koncentracije, množine, brojnosti) i Fizika (zadatci iz elektrokemije).	

GIMNAZIJA

4. razred /60 nastavnih sati godišnje/

PREDMETNO PODRUČJE: A/ Tvari	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.IV.1 Učenik povezuje građu atoma s fizikalnim i kemijskim svojstvima tvari.	- opisuje Bohrov model atoma - povezuje građu elektronskog omotača s položajem kemijskoga elementa u periodnom sustavu elemenata.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.1.1
Ključni sadržaji	
- povijest otkrića modela atoma - kvantno mehanički model atoma - elektronska konfiguracija - raspored elektrona u elektronskom omotaču neutralnih i nabijenih atoma - izotopi, izobari.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishod se odnosi na nastavnu cjelinu Elektromagnetsko zračenje i tvari. Koristiti PowerPoint prezentacije i video simulacije Bohrovog modela atoma. Primijeniti različite primjere veze građe modela atoma i mjesta elementa u periodnom sustavu elemenata. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika i Povijest.	

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.IV.2 Učenik analizira i uspoređuje svojstva i sastav zraka, vode i tla.	• opisuje osnovni sastav čistoga zraka • opisuje tvari koje onečišćuju zrak, njihove izvore i zadržavanje u zraku • istražuje glavne kemijske pokazatelje kakvoće zraka • objašnjava kemiju vode i vodnih sustava • istražuje glavne kemijske pokazatelje kakvoće vode • objašnjava kemiju tla • istražuje glavne kemijske pokazatelje kakvoće tla • primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-1.3.1 KEM-1.3.2 KEM-1.3.3
Ključni sadržaji	
• kemija atmosfere: osnovni sastav čistoga zraka (osnova za ekološku stabilnost) • tvari koje onečišćuju zrak, njihovi izvori i zadržavanje u zraku • smog i ozonske rupe • glavni kemijski pokazatelji kakvoće zraka: koncentracija sumporovih oksida, dušikovih oksida, amonijaka, ozona, benzena, lebdećih čestica • kemija vode i vodnih sustava: podjela prirodnih voda, vodni rezervoari svijeta • glavni kemijski pokazatelji kakvoće vode: pH-vrijednost, koncentracija nitrata, nitrita i amonijaka, klorida, organske tvari, tvrdoća vode • kemija tla: vrste tla s obzirom na građu i sastav, obradiva tla, izvori onečišćenja tla i mogućnosti njihova uklanjanja, umjetna i mineralna gnojiva • glavni kemijski pokazatelji kakvoće tla: pH-vrijednost, koncentracija nitrata, nitrita, udio C, glavnih i sekundarnih kemijskih elemenata.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishod se odnosi na nastavnu cjelinu Kemija okoliša. Radom u grupi ili individualno projektnim zadacima obraditi ključne sadržaje vezane uz kemiju atmosfere, vode, vodnih sustava i tla. U okviru rada u grupi uraditi istraživanja vezana za ključne sadržaje: Smog i ozonske rupe, Glavni kemijski pokazatelji kakvoće zraka i Glavni kemijski pokazatelji kakvoće vode. Obraditi karakteristične pesticide od povijesnoga i suvremenoga značenja: lindan, DDT, organofosforni spojevi, umjetna i mineralna gnojiva. Obraditi primjenu i toksikologiju teških metala (npr. Hg, Cd, Cr, Pb) i arsena te njihovih spojeva (navesti povijesne primjere ekocida). Obraditi primjenu i toksikologiju halogeniranih organskih spojeva (npr. ugljikov tetraklorid, kloroform, vinil-klorid; trikloretilen i perkloretilen kao otapala u kemijskim čistionicama; poliklorirani bifenili) Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnoga predmeta Biologija.	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
A.IV.3 Učenik istražuje svojstva, sastav i vrstu odabranih biomolekula primjenjujući kemijsko nazivlje i simboliku.	• opisuje svojstva, sastav i vrstu odabranih spojeva • povezuje strukturu odabranih biomolekula s njihovom funkcijom u organizmu • objašnjava fizikalna i kemijska svojstva odabranih biomolekula • primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku • uspoređuje različite vrste odabranih biomolekula po sastavu, strukturi, nomenklaturi i osobinama.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-4.2.1
Ključni sadržaji	

- stereokemija biomolekula
- cikloalkani
- ugljikohidrati (monosaharidi, disaharidi, polisaharidi)
- relativne konfiguracije monosaharida
- masti i ulja
- vitamini
- amini i amidi
- aminokiseline, podjela aminokiselina, amfoternost aminokiselina, ovisnost naboja aminokiselina o pH-vrijednosti otopine
- peptidi, enzimi
- proteini i metaloproteini (hemoglobin, citokromi)
- nukleinske kiseline
- alkaloidi.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ishod se odnosi na nastavnu cjelinu **Kemija odabranih biomolekula**.

Potaknuti učenike na istraživanje i pisanje eseja o odabranim biomolekulama (npr. umjetna sladila, skriveni šećeri i sl.).

U dijelu o svojstvima odabranih biomolekula, potrebno je obraditi stereokemiju biomolekula (kiralnost, optička aktivnost), razine 3D strukture proteina te povezati strukturu proteina s njihovom funkcijom.

Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnoga predmeta Biologija.

PREDMETNO PODRUČJE: B/ Procesi i promjene

Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.IV.1 Učenik analizira međudjelovanja tvari s elektromagnetskim zračenjem.	• povezuje atomske spektre i građu elektronskog omotača • povezuje promjene energijskih stanja atoma ili molekule s emisijskim i apsorpcijskim spektrima na temelju boje plamena ili boje tvari • prikazuje elektronsku konfiguraciju atoma i iona u osnovnome stanju • uspoređuje emisijske i apsorpcijske spektre atoma i molekula • analizira podatke spektroskopskih prikaza • istražuje primjenu spektroskopije u znanosti i tehnologiji • piše jednadžbe α- i β-radioaktivnoga raspada.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.1.2 KEM-3.2.1
Ključni sadržaji	
• povijest otkrića modela atoma • kvantno mehanički model atoma • apsorpcija i emisija elektromagnetskoga zračenja • elektronska konfiguracija • raspored elektrona u elektronskom omotaču neutralnih i nabijenih atoma • atomski spektri • izotopi, izobari • α – i β –radioaktivni raspad.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishod se odnosi na nastavnu cjelinu Elektromagnetsko zračenje i tvari. Preporučuje se uraditi reakcije bojanja plamena vodenim otopinama soli i halogenalkanima. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnoga predmeta Fizika.	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
B.IV.2 Učenik analizira kemijske promjene na primjerima reakcija u okolišu.	• objašnjava pojavu smoga i neke reakcije biogeokemijskih ciklusa ugljika, dušika, fosfora i vode • objašnjava kemijske promjene koje uzrokuju stanjivanje ozonskoga sloja • objašnjava kemijske promjene koje uzrokuju

	globalno zatopljenje.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.3.1 KEM-2.3.2 KEM-2.3.3
Ključni sadržaji	
• kemija atmosfere: osnovni sastav čistoga zraka (osnova za ekološku stabilnost) • tvari koje onečišćuju zrak, njihovi izvori, zadržavanje u zraku i načini uklanjanja • smog i ozonske rupe • biogeokemijski ciklus vode, uzroci onečišćenja vode, načini uklanjanja, crpljenje i prerada prirodne vode u vodu za piće • kemija tla: vrste tla s obzirom na građu i sastav, obradiva tla, izvori onečišćenja tla i mogućnosti njihova uklanjanja, umjetna i mineralna gnojiva • prihranjivanje tla N, P, K, S, Ca, Mg, mikroelementima (Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, B), mehanička analiza tla (tekstura).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishod se odnosi na nastavnu cjelinu Kemija okoliša. Primijeniti analitičke postupke kvalitativne i kvantitativne analize vode, zraka i tla. Odabrati karakteristične pesticide od povijesnoga i suvremenoga značenja: lindan, DDT, organofosforni spojevi, umjetna i mineralna gnojiva. Obraditi primjenu i toksikologiju teških metala (npr. Hg, Cd, Cr, Pb) i arsena te njihovih spojeva (navesti povijesne primjere ekocida). Obraditi primjenu i toksikologiju halogeniranih organskih spojeva (npr. ugljikov tetraklorid, kloroform, vinil-klorid; trikloretilen i perkloretilen kao otapala u kemijskim čistionicama; poliklorirani bifenili). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnoga predmeta Biologija.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
B.IV.3 Učenik kritički razmatra utjecaj tvari na čovjeka i okoliš.	• objašnjava utjecaj pesticida, teških metala i spojeva arsena na čovjeka i okoliš • objašnjava utjecaj umjetnih gnojiva na okoliš • istražuje utjecaj halogeniranih organskih spojeva na zagađivanje okoliša (npr. freona).
Poveznice sa ZJNPP	KEM-2.3.1 KEM-2.3.2 KEM-2.3.3
Ključni sadržaji	
• tvari koje onečišćuju zrak, njihovi izvori, zadržavanje u zraku i načini uklanjanja • smog i ozonske rupe • biogeokemijski ciklus vode, uzroci onečišćenja vode, načini uklanjanja, crpljenje i prerada prirodne vode u vodu za piće • kemija tla: vrste tla s obzirom na građu i sastav, obradiva tla, izvori onečišćenja tla i mogućnosti njihova uklanjanja, umjetna i mineralna gnojiva • prihranjivanje tla N, P, K, S, Ca, Mg, mikroelementima (Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, B), mehanička analiza tla (tekstura).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishod se odnosi na nastavnu cjelinu Kemija okoliša. U okviru rada u grupi napraviti istraživanje o utjecaju tvari na čovjeka i okoliš (npr. fotokemijske reakcije, pojava smoga, stanjivanje ozonskog sloja, pojava globalnog zatopljenja, pesticidi, teški metali, spojevi arsena, umjetna gnojiva, freoni) Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnoga predmeta Biologija.	
Odgojno-obrazovni ishod učenja	Razrada ishoda
B.IV.4 Učenik istražuje kemijske promjene odabranih molekula.	• objašnjava kemijsku reakciju adicije alkohola na aldehide i ketone na primjeru reakcija ciklizacije glukoze i fruktoze • objašnjava kemijsku reakciju nastajanja disaharida • opisuje esterifikaciju glicerola i viših masnih kiselina • opisuje bazičnu i kiselu hidrolizu masti i ulja • objašnjava nastanak peptidne veze • objašnjava reakcije dokazivanja ugljikohidrata, aminokiselina i proteina kvalitativnim testovima.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-4.2.2

Ključni sadržaji
• adicija alkohola na aldehide i ketone na primjeru reakcija ciklizacije glukoze i fruktoze • nastajanje disaharida (glikozidne veze) • esterifikacija glicerola i viših masnih kiselina • bazična i kiselna hidroliza masti i ulja • peptidne veze • dokazivanje ugljikohidrata, aminokiselina i proteina kvalitativnim testovima.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Ishod se odnosi na nastavnu cjelinu Kemija odabranih biomolekula. Za sve odabrane biomolekule potrebno je obraditi njihove karakteristične kemijske promjene. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnoga predmeta Biologija.

PREDMETNO PODRUČJE: C/ Energija	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.IV.1 Učenik povezuje međudjelovanja tvari s elektromagnetskim zračenjem.	• objašnjava svojstva elektromagnetskoga zračenja te međudjelovanje tvari i elektromagnetskoga zračenja (apsorpcija, emisija) • povezuje atomske spektre i građu elektronskog omotača • povezuje promjene energijskih stanja atoma ili molekule s emisijskim i apsorpcijskim spektrima na temelju boje plamena ili boje tvari • povezuje energiju elektromagnetskoga zračenja s molnom energijom ionizacije atoma • istražuje primjenu spektroskopije u znanosti i tehnologiji.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.2.1 KEM-3.2.2 KEM-3.2.3
Ključni sadržaji	
• kvantno mehanički model atoma • apsorpcija i emisija elektromagnetskoga zračenja • elektronska konfiguracija • raspored elektrona u elektronskome omotaču neutralnih i nabijenih atoma • atomski spektri • α – i β – radioaktivni raspad.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishod se odnosi na nastavnu cjelinu Elektromagnetsko zračenje i tvari. Preporučuje se uraditi reakcije bojanja plamena vodenim otopinama soli i halogenalkanima. Istaknuti primjenu spektroskopije u znanosti i tehnologiji: npr. u medicini, forenzici, farmaciji, proizvodnji hrane, ekologiji, astronomiji (kemijski sastav zvijezda) i analitičkoj kemiji (kao jednoj od metoda za određivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava smjesa). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnoga predmeta Fizika.	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.IV.2 Učenik analizira promjene energije tijekom izmjene i pretvorbe energije u okolišu.	• analizira promjene energije tijekom fotokemijskih reakcija u atmosferi te procesa koji vode do globalnoga zatopljenja • istražuje pretvorbe energije u okolišu.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-3.1.3 KEM-3.2.3
Ključni sadržaji	

• kemija atmosfere: osnovni sastav čistoga zraka (osnova za ekološku stabilnost) • tvari koje onečišćuju zrak, njihovi izvori, zadržavanje u zraku i načini uklanjanja • smog i ozonske rupe • glavni kemijski pokazatelji kakvoće zraka: koncentracija sumporovih oksida, dušikovih oksida, amonijaka, ozona, benzena, lebdećih čestica.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishod se odnosi na nastavnu cjelinu Kemija okoliša. Napraviti istraživanje o izmjenama energije u okolišu te posebno analizirati promjene energije tijekom fotokemijskih reakcija u atmosferi i procesa koji vode do globalnoga zatopljenja. Preporuča se rad u manjim grupama. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Biologija i Fizika.	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
C.IV.3 Učenik istražuje energijske pretvorbe tijekom biokemijskih reakcija.	• objašnjava djelovanje enzima u organizmu (energija aktivacije) • objašnjava energijske pretvorbe tijekom biokemijskih reakcija na odabranim primjerima.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-4.2.3
Ključni sadržaji	
• ugljikohidrati (monosaharidi, disaharidi, polisaharidi) • masti i ulja • peptidi, enzimi • proteini.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishod se odnosi na nastavnu cjelinu Kemija odabranih biomolekula. Koristiti snimljene pokuse poput: Što su enzimi po kemijskom sastavu i Djelovanje enzima iz sline na razgradnju škroba. Primijeniti grafički prikaz energije aktivacije u kemijskoj reakciji s enzimima i bez njih. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnoga predmeta Biologija.	

PREDMETNO PODRUČJE: D/ Prirodosnanstveni pristup	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.1 Učenik povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama.	• primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku • primjenjuje stehiometrijske odnose množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija u okviru nastavne cjeline • izvodi pokuse u okviru koncepata: Tvari, Procesi i promjene, Energija • prikazuje modelima čestičnu građu tvari • prikazuje elektronsku konfiguraciju atoma u osnovnome stanju i iona • uspoređuje emisijske i apsorpcijske spektre atoma i molekula • analizira podatke spektroskopskih prikaza • piše jednadžbe α - i β - radioaktivnoga raspada • analizira uzorke vode, zraka i tla u okviru nastavne cjeline Kemija okoliša • uopćava podatke dobivene analizom uzoraka vode, zraka i tla • izračunava površinu i brojnu koncentraciju koloidnih čestica.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-4.4.1 KEM-4.4.2 KEM-4.4.3
Ključni sadržaji	

Ključni sadržaji iz sve tri nastavne cjeline: • elektromagnetsko zračenje i tvari • kemija okoliša • kemija odabranih molekula.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishod se odnosi na nastavne cjeline: Elektromagnetsko zračenje i tvari, Kemija okoliša i Kemija odabranih biomolekula. Koristiti PowerPoint prezentacije i video simulacije Bohrovog modela atoma te demonstracijski pokus bojanja plamena za izvođenje zaključaka (Elektromagnetsko zračenje i tvari). Koristiti raznovrsne pokuse, PowerPoint prezentacije i video simulacije za izvođenje zaključaka (Kemija okoliša, Kemija odabranih molekula). Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika i Biologija.	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.2 Učenik uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.	• uopćava podatke prikazane tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima, a koji su vezani uz elektromagnetsko zračenje i tvari • uopćava podatke prikazane tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima, a koji su vezani uz analizu uzoraka zraka, vode i tla, te zagađenje zraka, vode i tla • uopćava podatke prikazane tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima, a koji su vezani uz svojstva, sastav, vrste i reakcije odabranih spojeva biomolekula.
Poveznice sa ZJNPP	KEM-4.4.3
Ključni sadržaji	
Ključni sadržaji iz sve tri nastavne cjeline: • elektromagnetsko zračenje i tvari • kemija okoliša • kemija odabranih molekula.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishod se odnosi na nastavne cjeline: Elektromagnetsko zračenje i tvari, Kemija okoliša i Kemija odabranih biomolekula. Koristiti podatke prikupljene u prethodnim pokusima i istraživačkom radu učenika. Za većinu nastavnih tema koristiti metodu razgovora s učenicima uz obvezno izvođenje zaključaka (potencirati samostalno zaključivanje učenika). Odabrati dijelove nastavnih tema pogodne za istraživanja (uz pomoć interneta i dostupne literature) te dijelove nastavnih tema pogodne za samostalne ili grupne projekte učenika. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Fizika, Biologija, Matematika, Informatika i međupredmetnom temom Upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije.	
Odgojno-obrazovani ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.3 Učenik primjenjuje matematička znanja i vještine.	• koristi matematička znanja i vještine u okviru koncepta • izračunava energiju elektromagnetskoga zračenja • povezuje energiju elektromagnetskoga zračenja s molnom energijom ionizacije atoma • primjenjuje stehiometrijske odnose množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija u okviru nastavne cjeline • izračunava fizikalno-kemijske parametre dobivene fizikalno-kemijskim mjerenjima (kiselinsko-bazne titracije, kinetička mjerenja, kalorimetrijska mjerenja).
Poveznice sa ZJNPP	KEM-4.4.3

Ključni sadržaji
Ključni sadržaji iz sve tri nastavne cjeline: • elektromagnetsko zračenje i tvari • kemija okoliša • kemija odabranih molekula.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Ishod se odnosi na nastavne cjeline: Elektromagnetsko zračenje i tvari, Kemija okoliša i Kemija odabranih biomolekula. Koristiti PowerPoint prezentacije oglednih zadataka te rješavanje zadataka iz zbirke zadataka. Objasniti izraze i jednačbe kojima se koristimo prilikom računanja energije fotona nekog zračenja i frekvencije vala te jednačbe α- i β- radioaktivnoga raspada. Sadržaj ove tematske cjeline može se povezati sa sadržajima nastavnih predmeta: Matematika, Fizika i Biologija.

E/ UČENJE I POUČAVANJE

Jedan od glavnih zadataka kemije kao znanosti je aktivno sudjelovanje učenika u nastavnom procesu kroz određene etape, a to su: razumijevanje, stjecanje znanja i vještina kroz istraživanje i zainteresiranost.

Kako bismo motivirali učenike u nastavi Kemije potrebno je prilagoditi kombinirane nastavne metode podučavanja i učenja tijekom nastavnoga sata, kao i prilagoditi proces učenja individualnim karakteristikama i iskustvima učenika. To zahtijeva spremnost nastavnog osoblja da učini učenike središtem odgojno-obrazovnog procesa.

U procesu učenja i podučavanja važna je suradnja učenika i nastavnika, kako bi se ostvarili odgojno-obrazovni ishodi.

Kako bi učenici dobili mogućnost iskustvenog učenja kad god je to moguće, preporučuje se rad u laboratorijima, eksperimentiranje, bilježenje opažanja i samostalno zaključivanje. Na taj se način razvija kritičko razmišljanje kod učenika.

Istraživanja su pokazala da najmanje uspjeha ima klasična nastava u kojoj je nastavnik u središtu nastavnog procesa.

Izbor metoda i oblika rada prilikom planiranja i održavanja nastavnog sata jako je bitno pitanje za svakog nastavnika. Suvremene nastavne metode će potaknuti aktivno sudjelovanje učenika tijekom nastavnog procesa, kao i njihovu angažiranost u samostalnom procesu učenja. Cilj je upravo motivirati učenike, potaknuti ih na kreativniji način usvajanja gradiva, probuditi sposobnosti kritičkog razmišljanja, prosuđivanja i logičkog zaključivanja. Aktivno učenje je smisleno učenje, odnosno učenje putem otkrivanja.

Da bismo uspjeli učenike potaknuti na aktivno učenje možemo se koristiti različitim:

- nastavnim metodama: razgovor, izlaganje, demonstracije, rad na tekstu, diskusije, samostalni rad, laboratorijski rad, kao i praktični rad
- nastavnim sredstvima i pomagalicama: korištenjem modela, grafikona, publikacija, slika, crteža, shema, dijagrama, prirodnih sredstava, karti, modela, eksperimentalnog pribora, računala i prezentacija
- oblicima rada: frontalni, grupni, individualni, rad u parovima i interaktivni rad.

Upravo na ovaj način možemo još više potaknuti učenike da nauče samostalno doći do informacija, kako ih obraditi i upotrijebiti, te povezati kemiju sa svakodnevnim životom.

Za uspješnu pripremu poticajnog okružja za učenje, osim motivirajućeg i kvalitetnog nastavnika, neophodne su raznovrsne metode: pristup internetu, dobri udžbenici, specijalizirana učionica (laboratorij), unutarnje i vanjsko uređenje škole u kojem će učenik

tijekom nastavnoga sata pokazati interes za temu koja se obrađuje i ostvariti suradnju s nastavnikom i ostalim učenicima.

Za uspješno učenje i podučavanje učenika iz Kemije preporučuje se nastavu organizirati po mogućnosti u dvosatu; veće skupine učenika (razred) podijeliti na nekoliko manjih skupina, što doprinosi uspješnijemu procesu učenja i podučavanja, te omogućuje postizanje najboljih rezultata učenja. Postupci koji se mogu primijeniti tijekom takvih oblika rada su: radionice, seminari, proučavanje slučaja (case study), oluja ideja (brain storming) i sl. Osim stjecanja kognitivnih znanja svi ti postupci omogućuju socijalizaciju učenika, jačaju njihovu samostalnost i samopouzdanje, razvijaju njihove komunikacijske vještine te sposobnost kreativnoga i kritičkoga promišljanja.

Za primjenu IKT-a u nastavi važno je osvijestiti važnost moderne tehnologije, ne samo u svakodnevnom životu, već i u nastavnom procesu, odnosno u procesu učenja i podučavanja predmeta Kemija u osnovnoškolskom i srednjoškolskom obrazovanju. Kao i primjenu bilo kojeg alata u nastavi, tako i primjenu IKT-a treba pomno planirati, odrediti strategiju i metode uz pomoć kojih će primjena IKT-a rezultirati planiranim ishodima.

Važan dio IKT-a je priprema, odabir i primjena digitalnih sadržaja. Digitalni sadržaj treba biti kvalitetno pripremljen i prilagođen predmetnom kurikulumu i uzrastu učenika. Primjena digitalnog sadržaja nije sama sebi svrha, već alat kojim bi se trebalo dodatno motivirati učenika, poticati ga na angažman i bolje razumijevanje nastavnih sadržaja. Kod izbora digitalnog sadržaja ili pri pripremi istog važno je odabrati one koji omogućuju rješavanje problema iz kemije na temelju svakodnevnog iskustva i bogati su vizualnim elementima, kao što su računalno generirane animacije, simulacije, slike, 3D animacije molekula, audiovizualni materijali, grafikoni, PowerPoint prezentacije i dr. Nadalje, ne bi se smjelo dogoditi da se digitalni sadržaj koristi bez jasnog plana kako ne bi izostao cilj koji želimo postići.

Snaga eksperimenta koji se može organizirati u školskom laboratoriju ili demonstrirati u učionici za kemiju ne može se nadoknaditi digitalnim sadržajem, ali digitalni materijal se može nakon eksperimenta iskoristiti za provjeru usvojenog znanja ili kao uvodni dio sata za motivaciju. I u nastavnom satu koji ne uključuje eksperiment, uloga digitalnog sadržaja također može biti iskorištena za uvodnu motivaciju ili za usustavljivanje znanja na kraju. Naravno, nastavni sat može biti osmišljen tako da digitalni sadržaj bude dominantno korišten sve vrijeme.

Vizualizacija uz pomoć digitalnih sadržaja smanjit će pojavu miskoncepcija u definiranju pojmova i pojava koje tradicionalno stvaraju problem učenicima. (Atom i njegova građa, Tvari, Kemijsko vezivanje...)

U problemskoj nastavi, kada se iz konteksta kemije obrađuju teme o zaštiti okoliša, zdravim navikama, biološko važnim spojevima i sl., primjena alata koje nudi IKT je od velike važnosti jer omogućuje pretragu literature, veliki izbor informacija, komunikaciju, uspješan samostalan rad, ali i rad u grupama, te pripremu prezentacije koja će poslužiti za izvješće o postignutim rezultatima.

Digitalni sadržaj može se primijeniti i za online učenje, samostalno kod kuće ili u manjim grupama, nakon čega će na nastavnom satu u učionici uslijediti dodatno pojašnjenje i rasprava obrađene teme (obrnuta učionica).

Tijekom učenja i podučavanja Kemije važno je koristiti raznovrsne metode kako bi se stvorilo poticajno okruženje u kojem će svaki učenik tijekom nastavnoga sata pokazati interes za problematiku koja se obrađuje, ostvariti suradnju s nastavnikom i s ostalim učenicima. U poticajnom okruženju učenik rado sudjeluje u samoprocjeni i učitelj dobiva pravovremenu povratnu informaciju o usvojenom znanju. Kemija je eksperimentalna znanost te su učionica za kemiju i kemijski laboratorij s pratećom opremom i priborom neophodni za modernu nastavu Kemije.

F/ VREDNOVANJE I OCJENJIVANJE

U nastavnom predmetu Kemija vrednovanje predstavlja dio procesa učenja i poučavanja.

Suvremeni pristup procesu učenja i poučavanja razlikuje dva bitno različita načina vrednovanja: formativno i sumativno.

- Formativno vrednovanje provodi se tijekom procesa učenja i poučavanja i ima za cilj pružanje povratne informacije učitelju, učeniku i roditelju o ostvarenim učeničkim postignućima u odnosu na kurikulumom propisane ishode učenja.
- Sumativno vrednovanje provodi se na kraju procesa učenja i poučavanja i rezultira brojčanom ocjenom.

Vrednovanje je prikupljanje informacija o učeničkim postignućima tijekom samog procesa učenja i nakon završenog učenja kako bi se dobila povratna informacija o razini usvojenosti znanja i vještina iz kemije. Vrednovanje omogućuje učenicima sudjelovanje i učenje tijekom nastavnog procesa, a kod učenika se razvija samostalnost i samopouzdanje, kao i motivacija na aktivno sudjelovanje u nastavi. Također, vrednovanje omogućuje nastavniku neprestano i pravovremeno unaprjeđivanje procesa učenja.

Za što bolji uspjeh u procesu vrednovanja, nastavnik treba imati na umu ciljeve i ishode, ali bez strogih formulacija određenih pokazatelja.

Vrednovanjem sustavno prikupljamo informacije o postignućima učenika vođenjem evidencije o svim informacijama i postupcima obrađenim u nastavnom procesu te o povratnoj reakciji učenika na iste.

Objašnjavanjem kemijskih promjena kod učenika treba razvijati kompetencije za razumijevanje kemijskih sadržaja, konceptualnu primjenu znanja u različitim kontekstima te sposobnost razmišljanja i komunikacije (donošenje zaključaka o važnosti kemije u svakodnevnom životu, o tehnologijama i utjecaju na okoliš, bez postavljanja pitanja koja su nužno vezana za obrađeni sadržaj).

Vrednovanje omogućuje učeniku korištenje vještina karakterističnih za nastavu kemije (rješavanje zadataka, planiranje, pripremanje i izvođenje eksperimentalnog istraživanja, procjenjivanje plana istraživanja, analizu i interpretiranje podataka i dokaza iz nekog znanstvenog izvještaja, razlikovanje znanstvenih od neznanstvenih argumenata, prikazivanje podataka na različite načine, npr. prebacivanje tabelarnih podataka u grafikonsko predstavljanje, smišljanje načina unaprjeđivanja, itd.).

Kontinuirano prikupljanje informacija o učenikovu napretku je nužno – kako za samog učenika, tako i za nastavnika. Ove informacije su potrebne za kvalitetno planiranje procesa učenja i poučavanja s ciljem ostvarenja planiranih ishoda učenja.

Vrednovanje bi trebalo biti u funkciji razvoja učenika, zasnovano na jasnim kriterijima s kojima su učenici unaprijed upoznati, te obvezno treba rezultirati korisnim povratnim informacijama za učenika.

Elementi vrednovanja u nastavnom predmetu Kemija su:

- **usvojenost kemijskih koncepata**, što podrazumijeva prosudbe o znanju i razumijevanju koncepata, pojmova, činjenica i postupaka u kemiji
- **primjena znanja**, što podrazumijeva vladanje kemijskom terminologijom, pisanje kemijskih jednadžbi, rješavanje problemskih i stehiometrijskih zadataka, te pravilno prikazivanje i prezentacija dobivenih rezultata
- **prirodosnanstvene kompetencije**, što podrazumijeva prosudbe o vještinama povezivanja rezultata pokusa s konceptualnim spoznajama, primjenu matematičkih vještina i uočavanje zakonitosti uopćavanjem podataka.

Preporučene tehnike vrednovanja u nastavi kemije su: pismena provjera, usmena provjera, provjera kroz domaće zadaće, praktičan rad, eksperimentalni zadatci, konceptualne mape, prezentacije, eseji, seminarski radovi, portfolio, dnevnik učenja, problemski i projektni zadatci. Preporučuje se, kad god je to moguće, kombinirati tehnike vrednovanja. Na početku procesa vrednovanja učenike je potrebno upoznati s kriterijima vrednovanja.

- Kombiniranjem tehnike vrednovanja usmene provjere s izradom konceptualne mape može se vrednovati konceptualno razumijevanje (znanje) učenika. Konceptualnim mapama učenici prikazuju međusobnu povezanost kemijskih pojmova te razvijaju naviku umrežavanja znanja kemije.
- Izrada računskih zadataka je važna za vrednovanje vještina te konceptualno i proceduralno znanje učenika, pri čemu je potrebno izraditi kriterije za vrednovanje od postavke zadatka do konačnog rješenja.
- Vrednovanje vještina također se može učinkovito provesti i kroz problemske i projektne zadatke. Mogući kriteriji za vrednovanje mogu biti sadržaji, pisani izvještaj, kvaliteta prezentacije, rasprava i osvrt na naučeno. Uz upotrebu ovih tehnika ocjenjivanja, kod učenika je moguće razvijati poduzetnost i komunikacijske vještine.
- Različite vještine i misaoni procesi mogu se razvijati i kroz eksperimentalne zadatke, kod kojih vrednujemo rad u laboratoriju, pisani izvještaj o provedenom eksperimentu i kvalitetu rasprave o eksperimentalnim rezultatima.
- Eseji i seminarski radovi mogu biti efikasan način provjere utjecaja nastave kemije na razvoj stavova i viših kognitivnih procesa. Osim prikazanih podataka, pri vrednovanju

treba uzeti u obzir i logičku strukturu rada, jezičnu i grafičku kvalitetu rada te način izlaganja i raspravu.

Budući da različiti pristupi i metode vrednovanja dopuštaju učenicima da pokažu što znaju, razumiju i mogu učiniti, razlikujemo: vrednovanje za učenje, vrednovanje kao učenje i vrednovanje naučenoga.

Vrednovanje za učenje sastoji se od niza aktivnosti kojima je svrha praćenje rada i napredovanja svakoga učenika (formativno vrednovanje). Kako bi svaki učenik postigao optimalne rezultate potrebno je neprekidno praćenje rada učenika i pravovremeno poduzimanje potrebnih mjera. Povratnim informacijama o svome radu i napredovanju učenici mogu aktivno sudjelovati u ostvarivanju odgovarajućih razina postignuća. Metode kojima se provodi vrednovanje za učenje su: razgovor, učeničke mape (portfolio), školski i domaći rad, kratke pisane provjere znanja, opažanje učenikova ponašanja tijekom rada (individualnoga ili u skupini), provjera domaćega rada, sudjelovanje u razrednim raspravama ili u raspravama u skupinama, dnevnik učenja i dr.

Vrednovanje kao učenje je pristup vrednovanju koji se temelji na ideji da učenici vrednovanjem uče, a podrazumijeva aktivno uključivanje učenika u proces vrednovanja uz stalnu podršku nastavnika kako bi se maksimalno potaknuo razvoj učeničkoga autonomnog pristupa učenju. Za ovakav način vrednovanja u kemiji je poželjno koristiti tehnike vrednovanja kao što su dnevnik učenja i portfolio.

Vrednovanje naučenoga podrazumijeva procjenu razine usvojenosti znanja, vještina i vrijednosti na kraju određenoga obrazovnoga razdoblja u odnosu na odgojno-obrazovne ishode (sumativno vrednovanje). Kriteriji vrednovanja učeničkih postignuća temelje se na razinama ostvarenosti ishoda postavljenim u kurikulumu nastavnoga predmeta Kemija. Metode vrednovanja naučenog su: usmena i pismena provjera, vrednovanje praktičnog rada, laboratorijski izvještaj, eseji i dr.

Brojčane i opisne ocjene dobivene vrednovanjem za učenje i samovrednovanjem mogu se unositi u bilješke o radu i napredovanju učenika. U nastavku školovanja postignuća učenika opisuju se brojčanom ocjenom: nedovoljan (1), dovoljan (2), dobar (3), vrlo dobar (4) i odličan (5).

Zaključna ocjena iz predmeta Kemija mora se temeljiti na razini usvojenosti ishoda učenja. U tu svrhu nužno je ostvarenost ishoda provjeravati u što više vremenskih točaka i na što više načina.

