

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA KEMIJA ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE

A. SVRHA I OPIS PREDMETA

Kemija je jedna od temeljnih prirodoslovnih znanosti koja proučava sastav, građu, svojstva i pretvorbe tvari. Sve što nas okružuje sastavljeno je od tvari, stoga je kemija kao znanost o tvarima i promjenama tvari sastavni dio obrazovanja za zanimanja u mnogim područjima, od prirodoslovnoga, tehničkog, biomedicinskog, biotehničkog do međudisciplinskih područja. Današnje je društvo suočeno s globalnim problemima za čije je rješenje, između ostaloga, potrebno poznavati kemijske koncepte. Stoga je vrlo jasna i neupitna potreba za učenjem i poučavanjem Kemije kao zasebnoga nastavnog predmeta u osnovnim i srednjim školama. Iako kemija ima sve naglašeniji međudisciplinski karakter, njezina osnovna načela ostaju srž učenja i poučavanja toga predmeta. Vrste čestica i načini njihova povezivanja određuju strukturu tvari, a struktura određuje njihova svojstva i reaktivnost. Jasno predložiti temeljne kemijske koncepte (Tvari, Promjene i procesi, Energija) te njihovu primjenu izazov je i svrha oblikovanja suvremenoga pristupa u učenju i poučavanju Kemije.

Učenje i poučavanje predmeta Kemija temelji se na stjecanju znanja i vještina složenim kognitivnim procesima percepcije (opažanja), znanstvene komunikacije (prikazivanje opaženoga i rasprava) te rasuđivanja (analiza rasprave, vrednovanje i donošenje zaključaka). Kemijski pokus obuhvaća sve navedene kognitivne procese, stoga je kao dio iskustvenoga učenja temeljna nastavna aktivnost. Učeći kemiju, učenici osim kemijskih spoznaja, koje su temelj razumijevanja pojava u živome i neživome svijetu, na molekulskoj razini razvijaju sposobnost kritičkoga mišljenja o sebi te o neposrednome i globalnome okružju. Učenje i poučavanje Kemije pridonosi razvoju temeljnih društveno-kulturnih vrijednosti i kompetencija što se očituje kao:

- odgovorno ponašanje i djelovanje prema svim članovima društva i okolišu
- osjetljivost na cjelokupno društveno okružje, što je temelj za razvoj solidarnosti, moralnoga ponašanja i poštivanja svakoga člana zajednice
- razvoj vlastitoga identiteta i osobne slobode, istovremeno poštujući različitosti i slobodu drugih
- razvoj oblika mišljenja koji će rezultirati inovativnim načinima rješavanja problema i donošenja odluka, što je temelj poduzetništva.

Predmet Kemija (u prirodoslovnim gimnazijama, Kemija s vježbama, a u daljnjem tekstu *Kemija*) poučava se u Republici Hrvatskoj kao zaseban i obvezni nastavni predmet. Nastavlja se na prethodno postavljene temelje u okviru nastavnih predmeta Priroda i društvo i Priroda. Takav postupak i kontinuirani način poučavanja dugoročno pruža mladim članovima zajednice mogućnost razvoja u osobe sposobne za samoostvarenje, nastavak obrazovanja, rad i cjeloživotno učenje te posebice na aktivno i odgovorno djelovanje prema svojem cjelokupnom životnom okružju.

B. ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA

Odgojno-obrazovni ciljevi učenja i poučavanja Kemije su sljedeći:

- stjecanje iskustava koja će pobuditi znatiželju, pozitivan stav i interes za kemiju i prirodoslovlje
- razumijevanje i komuniciranje o temeljnim konceptima kemije
- usvajanje i primjena kemijskog nazivlja i simbolike
- razumijevanje principa znanstvenoga i etičkoga pristupa istraživanju te rješavanju kemijskih problema
- stjecanje metakognitivnoga znanja kao preduvjeta za razvijanje samostalnosti, samopouzdanja, inovativnosti, odgovornosti i kreativnosti.

C. STRUKTURA – ORGANIZACIJSKA PODRUČJA PREDMETNOG KURIKULUMA

Kemija je temeljna prirodna znanost koja proučava svojstva i građu tvari, pretvorbe jedne tvari u drugu tvar te izmjenu energije do koje pritom dolazi. U skladu s tim opisom, poučavanje i učenje Kemije provodi se u sljedećim konceptima

(organizacijskim područjima):

- Tvari
- Promjene i procesi

- Energija
- Prirodnoznanstveni pristup.

Tri koncepta, Tvari, Promjene i procesi, Energija, proizišla su iz makrokonceptata prirodnoslovnoga područja. Oni objedinjuju i pokrivaju sve bitne kemijske teme. Prirodnoznanstveni pristup uveden je zbog nužnosti da se usvajanjem sadržaja triju navedenih konceptata razvijaju učeničke eksperimentalne i matematičke vještine. Njegova je svrha poticati učenike da svoja promišljanja o sličnostima i razlikama između različitih prirodnih sustava, njihovim međudjelovanjima i međuovisnosti izraze jezikom znanosti. Time se ujedno razvija i prirodoslovna pismenost, nadređeni koncept u cijelome prirodoslovnom području, pa tako i u predmetu Kemija. Stoga je Prirodnoznanstveni pristup i opisan na isti način kao i tri navedena temeljna koncepta te je u daljnjem tekstu uključen kao koncept. Takva podjela koja vjerno slijedi koncepte u prirodoslovnom području olakšava razumijevanje, širenje, produbljivanje i povezivanje znanja iz prirodoslovlja.

Konceptualna kemijska znanja pomažu učenicima integrirati novousvojene sadržaje u već postojeća znanja i vještine stečene učenjem ostalih predmeta, međupredmetnih tema i područja. Koncepti se međusobno isprepliću i ovisni su jedan o drugome. Svaki koncept nadograđuje se iz godine u godinu školovanja pripremajući učenike za cjeloživotno učenje, izbor budućega zanimanja i snalaženje u svakodnevnome životu. Konačno se, u 4. razredu gimnazije, u učenju i poučavanju Kemije isprepliću svi koncepti u ponuđenim temama te se Kemija poučava u kontekstu te primjene.

Temeljni kemijski koncepti, kao i Prirodnoznanstveni pristup, ukratko su opisani u sljedećim odlomcima:

Tvari

Poznavanje sastava i svojstava različitih materijala temelj je razvoja novih tehnologija i napretka društva. Koncept Tvari uključuje razumijevanje građe tvari od atoma i molekula do složenih struktura poput biološki važnih makromolekula i kristala. Istraživanjem fizikalnih i kemijskih svojstava tvari dolazimo do spoznaja o njihovu sastavu i mogućoj primjeni. Tvari koje nas okružuju sastoje se od mnoštva čestica. Za razumijevanje kemijskih promjena bitno je poznavati broj i vrstu čestica te načine njihova povezivanja u uzorku tvari. Sve te spoznaje o građi tvari omogućuju predviđanje svojstava, njihovu primjenu, sigurno rukovanje i korištenje prirodnim resursima te tako pridonose razvijanju pozitivnih stavova o održivome razvoju, a samim time i očuvanju prirode.

Promjene i procesi

Niz kemijskih reakcija čini tehnološke i biološki važne procese koji pridonose napretku društva. Konceptualno razumijevanje fizikalnih i kemijskih promjena vodi do razumijevanja složenijih mehanizama i procesa te razvoja proceduralnoga mišljenja. Razumijevanje kemijskih promjena, odnosa između količine utrošenih reaktanata i nastalih produkata, dosega i brzine kemijske reakcije te kemijske ravnoteže bitno je za određivanje sastava uzoraka tvari ili iskoristivost tehnoloških procesa. Nastajanje unutarmolekularskih i izvanmolekularskih (čestičnih) međudjelovanja povezano je s konceptom Energija, a pretvorba jedne vrste tvari u drugu s konceptom Tvari.

Energija

Svaki uzorak tvari sadrži određenu unutarnju energiju. U uzorku se čestice gibaju (kinetička energija) i međusobno reagiraju (potencijalna energija). Tijekom kemijske reakcije energija se oslobađa ili veže. Za kidanje veza potrebno je uložiti energiju, a nastajanjem novih veza energija se oslobađa. Tijekom kemijskih promjena dolazi do pretvorbe jednog oblika energije u drugi, ali i do izmjene energije između sustava i okoline. Proučavajući izmjenu energije između sustava i okoline tijekom kemijskih reakcija, kemičari dolaze do vrijednih informacija o stanjima reaktanata i produkata. Spoznaje o iskoristivosti energije, izmijenjene tijekom kemijske reakcije ili nekoga procesa, neophodne su za razumijevanje prirodnih procesa (i obrnuto) te za razvoj tehnologije.

Prirodnoznanstveni pristup

Kemija kao prirodna znanost doprinosi povijesnome i tehnološkome razvoju civilizacije, stoga bi se trebala poučavati i u tome kontekstu. Da bi se usvojili temeljni kemijski koncepti, važno je razviti prirodoslovnu pismenost koja obuhvaća usvajanje općenitoga prirodnoznanstvenog pogleda, razumijevanje metoda znanstvenoga istraživanja te usvajanje vještina znanstvene komunikacije i interpretacije podataka.

Prirodoslovna pismenost u kemiji obuhvaća i sadržaje vezane uz kemijsko nazivlje (stručno nazivlje, opisi pojmova, njihovi međusobni odnosi i definicije) te simboliku (skraćeni, specifični jezik kemijske znanosti).

Razvijanje Prirodnoznanstvenoga pristupa unutar predmeta Kemija nameće se u istraživačkoj nastavi, izvođenju pokusa i proučavanju prirodnih pojava. Opaženo je potrebno analizirati, podatke prikladno matematički obraditi, a rezultate interpretirati i jasno prikazati (brojem, opisom, tablično ili grafički). Primijenjena matematička znanja i vještine tako nisu same sebi svrha, već uz razumijevanje temeljnih kemijskih zakonitosti omogućuju interpretaciju rezultata. Prirodnoznanstveni pristup, unutar njemu nadređene prirodoslovne pismenosti, nužno prožima i temeljna znanja triju kemijskih koncepata: Tvari, Promjene i procesi te Energija.

D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI, SADRŽAJI I RAZINE USVOJENOSTI PO RAZREDIMA I KONCEPTIMA

U tekstu kurikuluma nalazi se opis usvojenosti (ostvarenosti) odgojno-obrazovnih ishoda na razini *dobar*, a opis svih četiriju razina: *zadovoljavajuća*, *dobra*, *vrlo dobra* i *iznimna* nalazi se u metodičkim priručnicima predmetnoga kurikuluma za osnovnu i srednju školu. Pri formulaciji odgojno-obrazovnih ishoda i razradi ishoda korišten je Webbov model razina dubina znanja (2007.).

Odgojno-obrazovni ishodi u osnovnoj školi

Uvodne napomene

Kemija je u osnovnoj školi usmjerena na stjecanje temeljnih i trajnih znanja koja omogućuju nastavak obrazovanja i samoobrazovanja te razvijanje pozitivnoga stava prema toj znanosti, pri čemu je važno da navedena znanja budu korisna u svakodnevnome životu. U osnovnim školama nastavni predmet Kemija uči se i poučava u okviru nastavnoga plana u trajanju od 70 sati po godini učenja.

Učenje i poučavanje Kemije temelji se na znanstveno-istraživačkom pristupu u čijoj je osnovi pokus. Učenički pokus omogućuje da učenik do spoznaja dolazi aktivnim metodama učenja i pritom svoje sposobnosti razvija praktičnim, perceptivnim i misaonim djelovanjem. Pokusi koji se izvode u pravilu su jednostavni i ne zahtijevaju rijetke ili skupe kemikalije, što učiteljima daje veliku slobodu u odabiru pokusa, kao i kemikalija potrebnih za njihovo izvođenje. Isti pokus može služiti kao polazište za ostvarivanje više različitih odgojno-obrazovnih ishoda. U izvedbi pokusa treba obratiti pozornost na razvijanje sposobnosti opažanja i njihove prezentacije, čime se razvijaju vještine potrebne u svim prirodnim znanostima, ali i jezične kompetencije.

Budući da do svih spoznaja nije moguće doći pokusima, učenike u istraživanju treba uputiti i na druge izvore znanja (internet, stručna literatura, enciklopedije i sl.), te ih poticati na kritičko procjenjivanje informacija.

Tablicu s odgojno-obrazovnim ishodima treba čitati imajući na umu osnovne kurikulske postavke. Odgojno-obrazovni ishodi složeni su prema konceptima koji se obrađuju tijekom učenja i poučavanja Kemije, a ne po sadržajima ili temama. Pripadajuća razrada ishoda navedena je u tablici kao pomoć učiteljima u snalaženju kurikulumom. Obvezna je realizacija odgojno-obrazovnih ishoda, a učiteljeva je sloboda u redoslijedu njihove obrade. Obrada nekih konceptualno složenijih i apstraktnih sadržaja prilagođena je dobi učenika. U predmetnom kurikulumu, uz odgojno-obrazovne ishode, navode se sadržaji na razini koncepta za pojedinu godinu učenja. Sadržaj je kratak opis onoga što je obvezno učiti i poučavati i bitan je za postizanje dubinskoga razumijevanja koncepta predmetnoga kurikuluma.

Kratice KEM OŠ A.7.1. ili KEM OŠ B.8.2. i sl. označavaju redom: osnovna škola, Kemija, koncept kojemu ishod pripada (A – Tvari, B – Promjene i procesi, C – Energija, D – Prirodnoznanstveni pristup), razred osnovne škole te redni broj odgojno-obrazovnog ishoda koji se poučava unutar navedenoga koncepta. Za svaki odgojno-obrazovni ishod određen je pokazatelj ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda na razini »dobar« koji služi kao okvir za procjenu ostvarenosti i razumijevanja dubine i širine pojedinoga ishoda na kraju razreda.

Na kraju tablica za svaki koncept dodatno su opisane i preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda.

Odgojno-obrazovni ishodi u 7. razredu osnovne škole

A. Koncept Tvari

Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM OŠ A.7.1. Istražuje svojstva i vrstu tvari.	Razvrstava tvari na čiste tvari i smjese, čiste tvari na elementarne tvari i kemijske spojeve, te smjese na homogene i heterogene smjese. Uspoređuje postupke razdvajanja smjesa na sastojke. Razlikuje pojmove otopina, otapalo i otopljena tvar. Razlikuje nezasićenu, zasićenu i prezasićenu otopinu. Navodi fizikalna svojstva tvari, kemijska svojstva tvari te biološka svojstva tvari na primjerima anorganskih i organskih tvari.	Razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.
KEM OŠ A.7.2. Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari.	Navodi definicije atoma, kemijskoga elementa, izotopa i elementarne tvari. Opisuje građu atoma. Razlikuje protonski od nukleonskog broja. Opisuje strukturu periodnoga sustava elemenata. Piše simbole kemijskih elemenata prvih četiriju perioda te Au, Ag, Hg, Pb i I. Razlikuje stehiometrijski koeficijent i indeks. Određuje valencije atoma (I i II skupina, C, N, O, S, F, Cl, Br, I) na temelju položaja elementa u periodnome sustavu elemenata. Prikazuje kemijskim formulama elementarne tvari i binarne kemijske spojeve (oksidi, kloridi, bromidi, jodidi, sulfidi) koristeći valencije atoma i indekse.	Razlikuje značenja simboličkih prikaza kemijskih elemenata, elementarnih tvari i spojeva.
KEM OŠ A.7.3. Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.	Kritički razmatra upotrebu anorganskih i organskih tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš te metode njihova zbrinjavanja i odlaganja u okolišu.	Objašnjava upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.
Sadržaj Čiste tvari: elementarne tvari i kemijski spojevi. Smjese: homogene i heterogene smjese. Fizikalna svojstva tvari: boja, agregacijsko stanje, toplinska vodljivost, električna vodljivost, magnetska, gustoća, talište, vrelište, topljivost. Kemijska svojstva tvari: reaktivnost, kiselost, lužnatost. Biološko djelovanje tvari: utjecaj tvari na živa bića. Građa atoma, protonski i nukleonski broj. Simboli kemijskih elemenata prvih četiriju perioda te Au, Ag, Hg, Pb, I. Valencija atoma u binarnim spojevima. Stehiometrijski koeficijent i indeks. Svojstva anorganskih i organskih tvari. Elementarne tvari: metali – natrij, magnezij, željezo, bakar, aluminij; nemetali – kisik, vodik, dušik, sumpor, jod. Spojevi: kiseline, hidroksidi, soli, oksidi metala i nemetala, te biološki važni spojevi (masti i ulja, ugljikohidrati, proteini), detergentski, sapuni, plastične mase.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Pri obradi sadržaja koristiti primjere tvari iz svakodnevnoga života.		

Primjeri homogenih smjesa: otopine, suhi zrak bez prašine.
 Primjeri heterogenih smjesa: magla, dim, mulj, granit.
 Ispitivati kiselost i lužnatost vodenih otopina.
 Svojstva anorganskih tvari: svojstva metala (npr. gustoća, talište, električna i toplinska vodljivost, metalni sjaj), sastav i svojstva zraka (povezati s nastavnim sadržajima Geografije: atmosfera), svojstva kisika, vodika i dušika.
 Razlikovati vrste voda: tvrde i meke vode, destilirana voda (povezati s nastavnim sadržajima Prirode i Geografije: podjela voda), mineralna voda, morska voda, kišnica.
 Razmatrati uzroke i posljedice onečišćenja zraka, vode i tla.
 Simbole kemijskih elemenata uvoditi postupno, redoslijedom po izboru učitelja.
 Objasniti razliku između anorganskih i organskih tvari izvođenjem pokusa po izboru učitelja (ne obrađivati strukture molekula).
 Kiselost i lužnatost otopine dokazati dostupnim indikatorima.
 Svojstva organskih tvari: nafta kao prirodna smjesa ugljikovodika (gustoća, gorenje, destilacija, ne obrađivati destilate nafte), organske kiseline kao primjer kiselosti (mravlja, octena, mliječna, limunska), svojstva biološki važnih spojeva (otapanje u vodi, promjene zagrijavanjem i dodatkom kiselina, ne obrađivati strukture molekula).

B. Koncept Promjene i procesi		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM OŠ B.7.1. Analizira fizikalne i kemijske promjene.	Opisuje fizikalne i kemijske promjene. Razlikuje povratne od nepovratnih procesa. Određuje reaktante i produkte kemijske reakcije. Razlikuje vrste kemijskih reakcija. Razlikuje stehiometrijski koeficijent i indeks. Piše jednadžbe sinteze i analize binarnih spojeva. Analizira utjecaje navedenih promjena na okoliš.	Opisuje različite fizikalne i kemijske promjene te s pomoću rezultata pokusa objašnjava njihove utjecaje na okoliš.
KEM OŠ B.7.2. Istražuje razliku u brzinama različitih promjena.	Uočava da se fizikalne i kemijske promjene događaju različitim brzinama. Naveći primjere kemijskih reakcija iz svakodnevnoga života koje se odvijaju različitim brzinama.	Razvrstati fizikalne i kemijske promjene na temelju njihovih različitih brzina. Istražuje brzinu kemijske reakcije na primjerima iz svakodnevnoga života.
Sadržaj		
Fizikalne promjene: promjene agregacijskih stanja. Povratne i nepovratne promjene. Vrste kemijskih reakcija: oksidacija (gorenje, korozija, truljenje...), elektroliza, fotoliza, piroliza. Brze i spore reakcije.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda		
Pri obradi sadržaja koristiti primjere tvari iz svakodnevnoga života. Fizikalne promjene tvari obraditi na primjeru promjene agregacijskih stanja. Povratne i nepovratne promjene na temelju makroskopskih promjena tvari. Povratne promjene mogu se obraditi na primjerima otapanja soli i kristalizacije soli iz otopine, isparavanja i ukapljivanja, zagrijavanja bakrova(II) sulfata pentahidrata i amonijeva klorida i sl.		

Nepovratne reakcije mogu se obraditi na primjeru zgrušavanja proteina zagrijavanjem ili dodatkom kiseline, zagrijavanjem šećera i sl.

Kemijske promjene nakon obrade jednadžbi kemijskih reakcija prikazati i čestičnim prikazima (crtežima).

Jednadžbama kemijskih reakcija prikazivati: sintezu jednostavnih kemijskih spojeva iz elementarnih tvari (oksidi, kloridi, bromidi, jodidi, sulfidi), analizu jednostavnih kemijskih spojeva na elementarne tvari.

Uspoređivati brzinu kemijskih reakcija, primjerice:

– brza: $\text{Fe} + \text{HCl}$ (željezna žica i HCl, tehnička klorovodična kiselina)

– sporija: $\text{Fe} + \text{ocat}$

– spora: korozija Fe u slanoj vodi

– još sporija: korozija Fe u običnoj vodi.

Učitelj je slobodan odabrati primjere kojima će najbolje realizirati ishode.

Brzinu kemijske promjene proučavati na primjerima zrenja voća, truljenja, eksplozije, korozije, konzerviranja i sl., samo na razini brzih i sporih reakcija.

C. Koncept Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM OŠ C.7.1. Analizira izmjenu energije između sustava i okoline.	Razlikuje temperaturu od topline. Razlikuje pojmove okolina i sustav. Opisuje fizikalne i kemijske promjene tijekom kojih dolazi do izmjene energije između sustava i okoline. Uočava razliku između endotermnih i egzotermnih promjena mjerenjem temperature.	Opisuje fizikalne i kemijske promjene tijekom kojih dolazi do izmjene energije između sustava i okoline na primjerima iz svakodnevnoga života.
KEM OŠ C.7.2. Povezuje promjene energije unutar promatranoga sustava s makroskopskim promjenama.	Opisuje pretvorbu energije na primjerima fizikalnih i kemijskih promjena iz svakodnevnoga života. Povezuje promjene energije unutar promatranoga sustava s makroskopskim promjenama.	Opisuje različite pretvorbe energije na primjerima iz svakodnevnoga života i u okolišu.
KEM OŠ C.7.3. Procjenjuje učinkovitost i utjecaj različitih izvora energije na okoliš.	Opisuje prednosti i nedostatke različitih izvora energije. Uspoređuje različite izvore energije i njihov utjecaj na okoliš.	Objašnjava utjecaj različitih izvora energije na okoliš.
Sadržaj		
Egzotermne i endotermne promjene. Izmjena energije kao topline. Pretvorbe energije.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda		
Pri obradi sadržaja koristiti primjere tvari iz svakodnevnoga života. Sve sadržaje iz ovoga koncepta preporučujemo vezati za sadržaje iz koncepta Promjene i procesi te ukazivati na važnost pretvorbe i izmjene energije za kemijske promjene. Promjena temperature tijekom fizikalnih ili kemijskih promjena.		

Egzotermne i endotermne promjene istražiti mjerenjem temperature (primjerice, otapanje šumeće tablete u vodi i sl.).

Izmjenu energije kao topline istražiti na primjeru gorenja (energija se oslobađa; prijenos topline sa sustava na okolinu) i otapanja limunske kiseline u vodi i sl. (energija ulazi u sustav, prijenos topline s okoline na sustav). Ako posuda nije izolirana, nakon egzotermne promjene s vremenom će se ohladiti, a nakon endotermne promjene zagrijati.

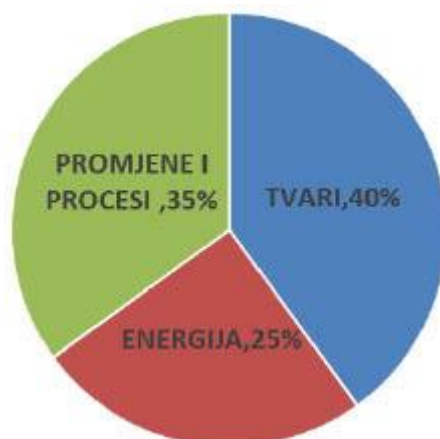
Pretvorba energije: električne energije u toplinsku i svjetlosnu u žaruljama, kemijske energije u mehaničku i toplinsku energiju, primjerice gorenje, elektroliza, promjene agregacijskih stanja, kemijske reakcije, baterije (ne tumačiti mehanizam pretvorbe).

D. Koncept Prirodosnanstveni pristup		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM OŠ D.7.1. Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.	Objašnjava upotrebu laboratorijskoga posuđa i pribora. Razlikuje značenje piktograma. Primjenjuje pravila sigurnoga ponašanja prilikom rukovanja kemikalijama, posuđem i priborom. Izvodi mjerenja (masa, temperatura, volumen). Izvodi postupke razdvajanja sastojaka iz smjese. Određuje talište, vrelište, gustoću, topljivost tvari. Izvodi pokuse u okviru koncepata Tvari, Promjene i procesi, Energija. Ispituje pokusom zakon o očuvanju mase.	Uz učiteljevu pomoć oblikuje istraživačko pitanje i izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio istraživanja.
KEM OŠ D.7.2. Primjenjuje matematička znanja i vještine.	Izračunava maseni i volumni udio sastojka u smjesi te gustoću i topljivost soli u vodi. Izračunava broj subatomske čestice (protoni, neutroni, elektroni). Rješava zadatke vezane uz zakon o očuvanju mase.	Rješava zadatke vezane uz sastav smjese, zakon o očuvanju mase i broj subatomske čestice.
KEM OŠ D.7.3. Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom modelima, tablicama i grafovima.	Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima. Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu. Prikazuje čestičnim crtežom agregacijska stanja i vrstu tvari.	Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinatne osi.
Sadržaj Prikazivanje podataka tablično i grafički. Postupci razdvajanja sastojaka iz smjese: filtriranje, dekantiranje, taloženje, odvajanje magnetom, isparavanje, kristalizacija, destilacija, sublimacija. Određivanje vrelišta, gustoće, topljivosti plinova i čvrstih tvari u vodi, miješanje tekućina. Pokusi u okviru koncepata kojima se istražuju fizikalna svojstva tvari (primjerice, gustoća, talište, vrelište) i vrste kemijskih promjena: oksidacija (gorenje, korozija...), elektroliza, fotoliza, piroliza (učitelj odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda).		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Učenici bi tijekom rada trebali usvojiti načine organiziranja i prikazivanja rezultata mjerenja u tablicama i grafovima, prikazati utvrđene ovisnosti jedne varijable o drugoj (npr. topljivosti tvari o temperaturi, gustoće o temperaturi). Osim rezultata mjerenja preporuča se i obrada literaturnih podataka. Očitavati podatke iz grafičkih prikaza i prikazati ih u tablici te ih koristiti u izračunavanju traženoga podatka.		

Mjerenje mase, temperature i volumena može se provoditi u sklopu realizacije velikoga broja sadržaja (primjerice gustoća, topljivost).

Postupke razdvajanja sastojaka iz smjese učitelj može koristiti u okviru svih prikladnih sadržaja prema vlastitu izboru na primjerima tvari iz svakodnevnice. Usporediti energijsku učinkovitost različitih izvora energije.

PRIJEDLOG ZASTUPLJENOSTI KONCEPATA U 7. RAZREDU OSNOVNE ŠKOLE



Postotni udio Prirodosnanstvenoga pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.

Odgojno-obrazovni ishodi u 8. razredu osnovne škole

A. Koncept Tvari		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM OŠ A.8.1. Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari.	Razlikuje molekule elementarne tvari i kemijskoga spoja te ione (katione, anione). Određuje valencije atoma na temelju položaja kemijskoga elementa u periodnome sustavu elemenata. Razlikuje relativnu atomsku i molekulsku masu. Prikazuje kemijskim formulama elementarne tvari i kemijske spojeve. Imenuje anorganske spojeve i organske spojeve prikazane kemijskim formulama. Uočava različite strukture organskih i anorganskih spojeva i povezuje s njihovim makroskopskim svojstvima.	Razlikuje značenja simboličkih prikaza.
KEM OŠ A.8.2. Povezuje građu tvari s njihovim svojstvima.	Opisuje građu iona, molekula elementarnih tvari i kemijskih spojeva. Povezuje čestičnu građu (molekule i formulske jedinice) anorganskih i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima.	Objašnjava čestičnu građu i svojstva tvari.
KEM OŠ A.8.3. Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.	Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.	Objašnjava upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

Sadržaj Građa i označivanje elementarnih tvari, kemijskih spojeva, iona i ionskih spojeva. Molekule i formulske jedinice. Valencije elemenata u kemijskim spojevima, nazivi i formule kemijskih spojeva. Relativna atomska masa. Relativna molekulska masa. Molekulska formula anorganskih i organskih spojeva. Anorganski spojevi nemetala i metala (kiselina, hidroksidi, soli). Kruženje ugljika u prirodi. Kvalitativni sastav organskih spojeva. Organski spojevi: metan, etan, propan, butan, eten, etin, metanol, etanol, mravlja i octena kiselina, glukoza.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Kiseline: usporediti svojstva klorovodične, sumporne, sumporaste, dušične i ugljične kiseline. Hidroksidi: usporediti topljivost hidroksida u vodi (natrijev hidroksid ili kalijev hidroksid, kalcijev hidroksid ili magnezijev hidroksid). Naglasiti da su lužine vodene otopine hidroksida. Obraditi svojstva vodene otopine amonijaka. Raspraviti važnost soli u svakodnevnome životu na primjeru natrijeva klorida, kalcijeva karbonata i bakrova(II) sulfata pentahidrata (ili na primjerima po odabiru učitelja). Pokusima dokazati ugljik, vodik, dušik i sumpor u organskim spojevima. Organske tvari: usporediti tališta, vrelišta, topljivosti u vodi. Upotreba tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš. Raspravljati o potrebi odvajanja i recikliranja otpada. Koristeći se stručnom literaturom, istražiti štetni utjecaj prekomjernoga konzumiranja alkohola na ljudsko zdravlje. Kruženje ugljika u prirodi povezati s uporabom fosilnih goriva i posljedicama na okoliš.		

B. Koncept Promjene i procesi		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM OŠ B.8.1. Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje promjena.	Razlikuje fizikalne i kemijske promjene opisane kemijskim nazivljem i simbolikom. Jednadžbama kemijske reakcije prikazuje kemijske promjene. Označava agregacijska stanja tvari u kemijskim jednadžbama. Iskazuje kvalitativno i kvantitativno značenje jednadžbe kemijskih reakcija. Povezuje jednadžbu kemijske reakcije sa zakonom o očuvanju mase. Koristi se kemijskim nazivljem i simbolikom za objašnjavanje promjena na makroskopskoj i čestičnoj razini.	Opisuje fizikalne i kemijske promjene kemijskim nazivljem i simbolikom.
KEM OŠ B.8.2. Analizira vrste kemijskih reakcija.	Objašnjava kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih tvari. Objašnjava kemijske promjene na primjerima reakcija organskih tvari.	Opisuje kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari.

KEM OŠ B.8.3. Analizira brzine kemijskih promjena.	Analizira brzine različitih kemijskih promjena. Istražuje utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije. Objašnjava ulogu enzima (biokatalizatori).	Uspoređuje brzine različitih promjena anorganskih i organskih tvari te utjecaj čimbenika na brzinu kemijske promjene.
Sadržaj Kemijske promjene na primjerima slijeda reakcija anorganskih tvari: nemetala → oksid nemetala → kiselina metal → oksid metala → lužina. Reakcije nastajanja soli. Kemijske promjene na primjerima reakcija organskih tvari: gorenje, alkoholno vrenje, octeno-kiselo vrenje. Utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije. Utjecaj biokatalizatora na brzinu kemijske promjene.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Naglasiti da su kemijske jednadžbe usustavljen simbolički prikaz kemijske i fizikalne promjene. Naglasiti da nema oštre granice između nekih fizikalnih i kemijskih promjena (primjerice otapanje soli). Nastajanje soli obraditi na primjerima prema odabiru učitelja: metal + nemetal metal + kiselina oksid metala + kiselina kiselina + lužina. Pri pisanju jednadžbi reakcija organskih spojeva ne mora se koristiti strukturnim formulama. Učenici istražuju utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije: površina reaktanta, agregacijsko stanje, kvantitativni sastav reakcijske smjese, temperatura, katalizatori.		

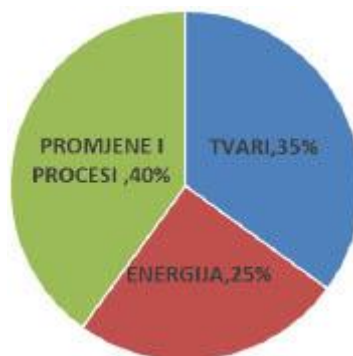
C. Koncept Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM OŠ C.8.1. Analizira izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na čestičnoj razini.	Opisuje pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na primjerima kemijskih reakcija. Analizira pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na čestičnoj razini.	Opisuje promjene pri pretvorbi i izmjeni energije tijekom fizikalnih i kemijskih promjena.
KEM OŠ C.8.2. Procjenjuje učinkovitost i utjecaj različitih izvora energije na okoliš.	Zaključuje o prednostima i nedostacima različitih izvora energije (fosilna goriva, alternativni izvori energije). Navodi prednosti i nedostatke različitih izvora energije. Analizira iskoristivost i rasap energije pri različitim pretvorbama. Objašnjava utjecaj odgovorne i neodgovorne uporabe fosilnih goriva na okoliš. Uspoređuje različite izvore energije na temelju njihove energijske učinkovitosti. Analizira utjecaj izvora energije na okoliš te uzroke i posljedice trošenja ozona u atmosferi.	Objašnjava energijsku učinkovitost različitih izvora energije i njihov utjecaj na okoliš.

Sadržaj
Iskoristivost pretvorbe energije na primjerima različitih kemijskih promjena.
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Usporediti ukupnu kemijsku energiju sustava ako tijekom kemijske reakcije dolazi do izmjene energije s okolinom. Izvori energije: fosilna goriva (ugljen, nafta i zemni plin), alternativni izvori energije – moguće je realizirati kao projektnu nastavu. Pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama: promjene agregacijskih stanja tvari, fotosinteza, stanično disanje, termos-boce.

D. Koncept Prirodosnanstveni pristup		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM OŠ D.8.1. Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.	Izvodi pokuse u okviru koncepata: Tvari, Promjene i procesi, Energija.	Izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio istraživanja.
KEM OŠ D.8.2. Primjenjuje matematička znanja i vještine.	Izračunava broj subatomske čestice u ionu. Izračunava relativnu molekulsku masu. Izračunava maseni udio pojedinih vrsta atoma u spoju iz poznate molekulske formule spoja. Izračunava empirijsku formulu spoja na temelju poznatih masenih udjela elemenata u spoju.	Rješava zadatke vezane uz broj subatomske čestice u ionu, relativnu molekulsku masu i maseni udio pojedinih vrsta atoma u spoju.
KEM OŠ D.8.3. Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.	Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima. Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu. Prikazuje modelima čestičnu građu tvari.	Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinatne osi.
Sadržaj		
Odabrani pokusi u okviru koncepata odnose se na kemijske reakcije nemetala, metala, oksida nemetala i metala, kiselina, lužina, soli, neutralizaciju, gorenje (npr. sumpora, magnezija, ugljikovodika, alkohola, drveta), alkoholno i octeno – -kiselost vrenje, dokazivanje glukoze, škroba i proteina. Čestičnim crtežom prikazuje jednadžbu kemijske reakcije i sastav vodenih otopina kiselina, hidroksida i soli, te molekula organskih spojeva.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda		
Na temelju masenih udjela kemijskih elemenata u spoju odrediti empirijsku i molekulsku formulu spoja (i obrnuto). Učenik organizira i prikazuje tablicama i grafikonima podatke dobivene pokusom, grafički prikazuje podatke iz tablice i iz grafičkoga prikaza oblikuje tablice, prikazuje 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.).		

Prikazati modelima čestičnu građu tvari – odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...); modelima se koristi samo radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva. Usporediti energijsku učinkovitost različitih izvora energije (fosilna goriva, alternativni izvori energije). Moguće je provesti kroz projektnu nastavu.

PRIJEDLOG ZASTUPLJENOSTI SVAKOGA KONCEPTA U 8. RAZREDU OSNOVNE ŠKOLE



Postotni udio Prirodoslovnog pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.

Odgojno-obrazovni ishodi u gimnazijama

Uvodne napomene

U općim, jezičnim i prirodoslovno-matematičkim gimnazijama nastavni predmet Kemija uči se i poučava u okviru nastavnoga plana u trajanju od 70 sati po godini učenja, dok se u prirodoslovnim gimnazijama poučava kao predmet Kemija s vježbama u okviru nastavnoga plana u trajanju od 140 sati godišnje, od čega se 50 % sati realizira kao laboratorijske vježbe u specijaliziranim učionicama (laboratorijima).

Tablicu s odgojno-obrazovnim ishodima treba čitati imajući na umu neke osnovne kurikulske postavke. Odgojno-obrazovni ishodi složeni su prema konceptima koji se obrađuju tijekom učenja kemije. Pripadajuća razrada ishoda navedena je u tablici kao pomoć nastavnicima u snalaženju u kurikulumu, ali nastavnicima nije obvezujuća. Obvezna je realizacija odgojno-obrazovnih ishoda, a nastavnikova je sloboda u redoslijedu njihove obrade. Obrada nekih konceptualno složenijih i apstraktnih sadržaja prilagođena je dobi učenika. U predmetnom kurikulumu, uz odgojno – obrazovne ishode, navode se sadržaji na razini koncepta za pojedinu godinu učenja. Sadržaj je kratak opis onoga što je obvezno učiti i poučavati i bitan je za postizanje dubinskoga razumijevanja koncepta predmetnoga kurikuluma.

Kratice KEM SŠ A.1.1. ili KEM SŠ D.3.2. i sl. označavaju redom: koncept kojemu ishod pripada (A – Tvari, B – Promjene i procesi, C – Energija, D – Prirodoslovni pristup), razred srednje škole te redni broj odgojno-obrazovnih ishoda koji se poučava unutar navedenoga koncepta.

Odgojno-obrazovni ishodi temelje se na eksperimentalnome proučavanju svojstava i promjene svojstava tvari iz bližega okružja poštujući sve etape znanstvenoga istraživanja, tj. temelje se na učenju otkrivanjem. Nije propisana metoda, tj. strategija poučavanja, osim što se u kurikulumu naglašava smisao njegovanja istraživačkoga rada učenika. Pokus, kao osnovno načelo laboratorijskoga rada u učenju i poučavanju Kemije, i dalje je njezin središnji dio. Nastavnikova je sloboda izabrati one tvari, bilo anorganske, bilo organske, koje će najbolje poslužiti za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda.

Za svaki odgojno-obrazovni ishod određen je pokazatelj ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda na razini »dobar« koji služi kao okvir za procjenu ostvarenosti i razumijevanja dubine i širine pojedinoga ishoda na kraju razreda.

Neki konceptualno vrlo složeni i apstraktni sadržaji prebačeni su iz nižih u više razrede gimnazije, čime se sadržaj prilagodio dobi učenika, a neki su posve zanemareni kao nepotrebno opterećujući. Budući da u Republici Hrvatskoj postoje različite vrste gimnazija (opća, jezična, prirodoslovna, prirodoslovno-matematička...), kurikulumski je pristup nastavnom predmetu Kemiji prilagođen svakoj od njih tako da se imala u vidu mogućnost prohodnosti kroz srednje škole (prijelaz iz jedne vrste srednjoškolske ustanove u drugu) te nastavak daljnjega školovanja učenika.

U četvrtome razredu gimnazija odgojno-obrazovni ishodi i dalje su opisani u navedenim konceptima, ali ih je bilo lakše prikazati unutar predloženih većih sadržajnih cjelina koje su zbog jednostavnosti nazvane temama. Svaki nastavnik u potpunosti mora realizirati tri od ponuđenih pet tema. Tema Elektromagnetsko zračenje i tvari obvezna je u svim gimnazijama, a nastavnik, ovisno o interesu većine učenika i sukladno programu, bira još dvije od četiriju preostalih ponuđenih tema (Kemija koloida, Kemija odabranih biomolekula, Kemija okoliša, Znanost o materijalima). Izabrane teme, kao i obveznu, treba u cijelosti realizirati. U prirodoslovnim i prirodoslovno-matematičkim gimnazijama preporuča se realizirati teme Kemija odabranih biomolekula i Znanost o materijalima.

Na kraju tablica za svaki koncept dodatno su opisane preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda.

Odgojno-obrazovni ishodi u 1. razredu gimnazije

A. Koncept Tvari		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ A.1.1. Analizira svojstva, sastav i vrstu tvari.	Opisuje svojstva agregacijskih stanja tvari. Uspoređuje tvari po sastavu, vrsti i svojstvima. Uspoređuje tvari na temelju periodičnosti kemijskih svojstava. Uspoređuje polumjere atoma, relativni koeficijent elektronegativnosti, afinitet prema elektronu, energiju ionizacije atoma. Uspoređuje temeljna svojstva tekućina. Analizira dipolni moment molekula.	Razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.
KEM SŠ A.1.2. Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari.	Prikazuje Lewisovom simbolikom atome, molekule i ione. Imenuje i kemijskim formulama prikazuje anorganske spojeve te odabrane organske spojeve. Uspoređuje empirijsku i molekulsku formulu spoja.	Razlikuje značenje simboličkih prikaza potrebnih za opisivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava tvari.
KEM SŠ A.1.3. Povezuje građu tvari s njihovim svojstvima.	Objašnjava građu atoma, iona, molekula elementarnih tvari i kemijskih spojeva. Objašnjava prostorni raspored čestica u elementarnim tvarima, kemijskim spojevima i kristalima. Povezuje čestičnu građu anorganskih i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima.	Objašnjava čestičnu građu i svojstva tvari.
KEM SŠ A.1.4. Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš.	Kritički razmatra upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš.	Objašnjava upotrebu različitih anorganskih tvari i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš.
Sadržaj		
Fizikalna svojstva čistih tvari: gustoća, talište, vrelište, agregacijska stanja, fazni dijagrami, krivulja zagrijavanja čvrstih tvari.		
Fizikalna svojstva tekućina: viskoznost, napetost površine tekućina, isparavanje tekućina.		
Fizikalna svojstva smjesa: vrste otopina i topljivost tvari u vodi – čvrste tvari, tekućine i plinovi, krivulje topljivosti čvrstih tvari i plinova.		
Građa atoma, nuklidi, izotopi, valentni elektroni.		
Periodičnost fizikalnih svojstava atoma: radijus atoma, energija ionizacije, afinitet prema elektronu, relativni koeficijent elektronegativnosti.		
Periodni sustav elemenata: grupe i periode.		
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).		

Nazivi anorganskih i organskih spojeva.
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Nastavniku je ostavljena sloboda da sam izabere primjere spojeva i kemijskih elemenata na kojima će obraditi predložene ishode. Anorganske tvari: metali, nemetali, kiseline, baze, soli, oksidi. Organski spojevi: ugljikovodici, alkoholi, aldehidi, ketoni, karboksilne kiseline, esteri.
Ishod se odnosi samo na čestičnu građu tih spojeva, uvođenje pojma funkcijskih skupina te načine prikazivanja strukturnih formula i nazivlje tih spojeva. Obraditi nazivlja anorganskih i organskih spojeva. U obradi građe atoma nije potrebno obrađivati modele atoma, atomske spektre, a građu elektronskoga omotača obraditi na razini rasporeda elektrona po ljuskama. Atom je dovoljno opisati s pomoću protonskoga i nukleonskoga broja, a prikazati neutralne atome kemijskih elemenata Lewisovom simbolikom uvodeći pojam valentnih elektrona; detaljnije o atomu i građi atoma uči se na kraju 4. razreda gimnazije. Agregacijska stanja tvari povezati s kinetičkom energijom čestica. Usporedba tvari po sastavu, vrsti i svojstvima: vrste tvari, vrste otopina, kristali i minerali. Tablični i grafički prikaz: fazni dijagram vode, krivulja zagrijavanja čvrstih tvari, krivulja topljivosti. 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.

B. Koncept Promjene i procesi		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ B.1.1. Objašnjava vrste i svojstva kemijskih veza.	Razlikuje vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnome koeficijentu elektronegativnosti kemijskih elemenata. Prepoznaje vrstu međučestičnih privlačnih sila. Prikazuje čestice reaktanata i produkata Lewisovom simbolikom.	Prepoznaje vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnome koeficijentu elektronegativnosti kemijskih elemenata i prikazuje dvoatomne čestice Lewisovom simbolikom na čijim primjerima određuje polarnost i valenciju.
KEM SŠ B.1.2. Analizira fizikalne i kemijske promjene.	Prepoznaje promjene i piše kemijske jednadžbe koje opisuju fizikalne i kemijske promjene tvari. Opisuje svojstva tvari nastalih fizikalnim i kemijskim promjenama (ovisno o vrsti veze). Objašnjava fizikalne i kemijske promjene anorganskih i organskih spojeva na submikroskopskoj razini. Uspoređuje i kritički razmatra utjecaj tvari na okoliš.	Opisuje fizikalne i kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te opisuje utjecaj tvari na okoliš.
Sadržaj 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. Nazivi anorganskih i organskih spojeva.		

Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda

U obradi ionskih spojeva naglasiti međudjelovanje (elektrostatska međudjelovanja) aniona i kationa i posljedice na njihova makroskopska svojstva te opisati različite načine nastajanja ionskih spojeva (kristalizacijom iz vodenih otopina, reakcijom metala i kiselina, taložnim reakcijama i nastajanje amonijeva klorida reakcijom amonijaka i klorovodika). Međučestične privlačne sile odnose se i na kemijske veze i na međumolekulske privlačne sile.

Fizikalne promjene: promjene agregacijskih stanja, polimorfi i alotropi.

Kemijske promjene na primjerima jednostavnih spojeva: sinteza i analiza, oksidacija (gorenje, korozija), elektroliza, fotoliza.

Pri proučavanju kemijskih promjena obratiti pozornost na reaktivnost, kiselost i lužnatost tvari.

Utjecaj kemijskih promjena na okoliš: gorenje, kiselost/lužnatost, taložne reakcije i sl.

C. Koncept Energija

Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ C.1.1. Povezuje potencijalnu energiju s kemijskim vezama između atoma unutar molekule te s međučestičnim djelovanjima.	Opisuje kemijske veze i međudjelovanja između molekula koristeći se Lewisovom simbolikom. Povezuje potencijalnu energiju s kemijskim vezama između atoma unutar molekule te s međučestičnim djelovanjima. Objašnjava promjene energije sustava prilikom nastajanja i kidanja kemijskih veza i drugih međučestičnih djelovanja.	Opisuje unutarnju energiju sustava i potencijalnu energiju sadržanu u kemijskim vezama te međučestičnim djelovanjima.
KEM SŠ C.1.2. Povezuje kinetičku energiju s prosječnom brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu te s temperaturom.	Opisuje agregacijska stanja tvari i promjene agregacijskih stanja ovisno o temperaturi i tlaku. Povezuje kinetičku energiju s brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu te prosječnu kinetičku energiju s temperaturom sustava.	Opisuje kinetičku energiju s brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu.
KEM SŠ C.1.3. Povezuje svojstva tvari s vrstom kemijske veze i međučestičnim djelovanjima.	Povezuje fizikalna i kemijska svojstva tvari s vrstom kemijske veze. Navodi fizikalna i kemijska svojstva tvari koja ovise o vrsti kemijske veze i/ili međučestičnim djelovanjima. Povezuje fizikalna i kemijska svojstva tvari s vrstom međučestičnih djelovanja. Uspoređuje energije različitih kemijskih veza i međučestičnih djelovanja.	Opisuje fizikalna i kemijska svojstva tvari s obzirom na vrstu kemijske veze i vrstu međučestičnih djelovanja.

Sadržaj

Agregacijska stanja tvari, talište, vrelište, gustoća, topljivost, viskoznost, površinska napetost, tlak para, tvrdoća.

Energija sustava, energija sadržana u tvarima: unutarnja energija sustava – potencijalna energija (energija kemijskih veza i međučestična djelovanja) te kinetička energija (posljedica gibanja čestica u sustavu).

Energija ionizacije i afinitet prema elektronu.

Kemijska svojstva tvari koja ovise o vrsti kemijske veze i temperaturi: reaktivnost, kiselost i lužnatost.

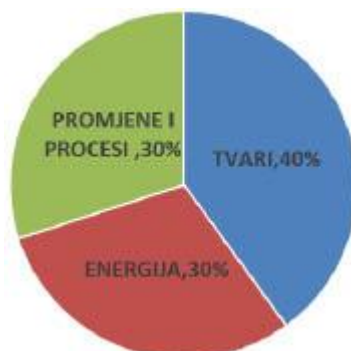
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda

Prikazati fizikalna svojstva tvari u ovisnosti o vrsti kemijske veze, međučestičnim djelovanjima te temperaturi. U reakcijama organskih spojeva ne mora se koristiti strukturnim formulama.

Učenici istražuju utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije: površina reaktanta, agregacijsko stanje, kvantitativni sastav reakcijske smjese, temperatura, katalizatori.

D. Koncept prirodosnanstveni pristup		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ D.1.1. Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama.	Izvodi zaključke na temelju rezultata pokusa.	Izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa.
KEM SŠ D.1.2. Primjenjuje matematička znanja i vještine.	Primjenjuje matematička znanja i vještine za osnovni kemijski račun. Izračunava množine tvari na temelju jednačbe kemijskih reakcija. Izračunava empirijsku i molekulsku formulu spoja.	Rješava zadatke koristeći se jednostavnim matematičkim izrazima.
KEM SŠ D.1.3. Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.	Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima. Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu. Prikazuje modelima i opisuje prostornu građu tvari. Grafički prikazuje promjene agregacijskih stanja tvari ovisno o temperaturi i tlaku.	Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označujući koordinatne osi.
Sadržaj Množina tvari, brojnost, molarna masa, molarni volumen. Tlak plina. Topljivost tvari. Masa atoma i relativna atomska masa, odnos mase i brojnosti atoma. Brojnost jedinki, množina jedinki (množina tvari). Molarna masa, odnos mase i množine, odnos mase i brojnosti jedinki. Molarni volumen, odnos množine, mase i volumena. Stehiometrija kemijskih reakcija.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Nastavnik odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda. Pokusi koje učenik ili nastavnik izvode mogu biti vrlo jednostavni, ali i složeni; bitno je da se poštuje sljedeća znanstvena metoda: bilježi zapaženo, pravilno izvodi mjerenja, slijedi upute, logično analizira rezultate, argumentirano pronalazi nedostatke pokusa i/ili izvedbe pokusa za potpuno prihvaćanje rezultata, odgovorno izvještava o mogućim pogreškama u izvođenju pokusa, obrazlaže rezultate pokusa konceptualnim spoznajama, a u izvještaju o radu navodi literaturu. Pokusi u okviru koncepata: 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. Prikazuje modelima čestičnu građu tvari – odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva. Ne određuje se mjerodavni reaktant niti se računa iskorištenje reakcije. Tablični i grafički prikaz: fazni dijagram vode, krivulja zagrijavanja čvrstih tvari, krivulja topljivosti.		

PRIJEDLOG ZASTUPLJENOSTI SVAKOGA KONCEPTA U
1. RAZREDU GIMNAZIJA



Postotni udio Prirodosnanstvenoga pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.

Odgojno-obrazovni ishodi u 2. razredu gimnazije

A. Koncept Tvari		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ A.2.1. Analizira svojstva, sastav i vrstu tvari.	Uspoređuje svojstva metala i nemetala, oksida metala i nemetala, kiselina, baza, soli te svojstva ugljikovodika i halogenalkana. Uspoređuje otopine po sastavu i svojstvima.	Uspoređuje tvari po svojstvima, sastavu i vrsti.
KEM SŠ A.2.2. Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari.	Prikazuje čestičnu građu oksida, kiselina, baza, soli, ugljikovodika i halogenalkana.	Razlikuje značenja simboličkih prikaza u okviru koncepta.
KEM SŠ A.2.3. Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš.	Kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš.	Objašnjava upotrebu različitih kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš.
Sadržaj Anorganske i organske tvari kojima se ostvaruju ishodi navedene su u Preporukama. Otopine: vrste, proces otapanja; koligativna svojstva: tlak para otopina, povišenje vrelišta, sniženje ledišta, osmotski tlak. Sastav otopina: masena i množinska koncentracija, molalnost, množinski udio, priprema otopina (razrjeđivanje i miješanje otopina).		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Anorganske elementarne tvari i njihovi spojevi (oksidi, kiseline, baze i soli): – metali: Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Al – nemetali: H, Cl, O, S, C, N, P. Organske tvari uključene u ostvarivanje ishoda: alkani, halogenalkani, alkeni, alkini.		
B. Koncept Promjene i procesi		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda

KEM SŠ B.2.1. Analizira brzine različitih promjena.	Analizira brzinu kemijske promjene i djelovanje čimbenika koji utječu na brzinu promjene.	Uspoređuje brzine različitih promjena anorganskih i organskih tvari na osnovi podataka o utjecaju različitih čimbenika na brzinu promjena.
KEM SŠ B.2.2. Analizira kemijske promjene anorganskih i organskih tvari.	Objašnjava kemijske promjene oksida metala i nemetala, baza, kiselina, soli, ugljikovodika i halogenalkana. Piše jednadžbe navedenih kemijskih reakcija uočavajući periodičnost kemijskih svojstava elementarnih tvari i spojeva. Piše jednadžbe kemijskih reakcija supstitucije i adicije na ugljikovodicima te eliminacije na halogenalkanima. Kritički razmatra utjecaj tvari na okoliš.	Opisuje kemijske promjene anorganskih i organskih tvari te, koristeći se rezultatima pokusa, opisuje utjecaj tvari i produkata na okoliš.
Sadržaj Doseg kemijske reakcije. Mjerodavni reaktant. Brzina kemijske reakcije: prosječna brzina kemijske reakcije, prosječna brzina trošenja reaktanata i prosječna brzina nastajanja produkata. Čimbenici koji utječu na brzinu promjene: površina reaktanata, agregacijsko stanje, koncentracija, temperatura. Reaktivnost odabranih metala i nemetala, nastajanje i svojstva oksida metala i nemetala navedenih elementarnih tvari te soli: klorida, hidrida i karbonata. Svojstva i reakcije ugljikovodika: – alkani – homologni niz, izomerija – nastajanje halogenalkana – alkeni – homologni niz, izomerija, adicijske reakcije alkena – alkini – homologni niz, adicijske reakcije alkena – supstitucijske i eliminacijske reakcije halogenalkana jakim lužinama – polimerizacija alkena i alkina. Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Preporuča se doseg reakcije poučavati u sklopu analize ovisnosti promjene sastava reakcijske smjese (množina ili množinskih koncentracija reaktanata i produkata o vremenu iz kojih se određuju stehiometrijski koeficijenti reaktanata i produkata). Nastavnik ima slobodu odabrati metale i nemetale na kojima će poučavati kemijske promjene iz ishoda KEM SŠ B.2.2., no preporuča se da se u usporedbu svojstava uključe i niže navedene elementarne tvari. Odabrani metali: Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Al. Odabrani nemetali: H, Cl, O, S, C, N, P. Nije obvezno poučavati mehanizme reakcija supstitucije, adicije i eliminacije.		

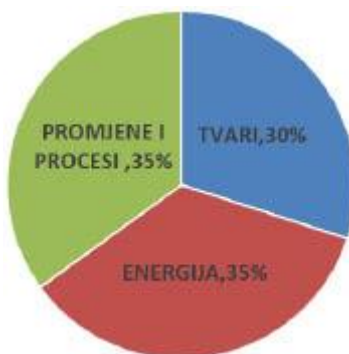
C. Koncept Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ C.2.1. Povezuje promjene s pretvorbom energije unutar sustava.	Opisuje promjene energije prilikom kidanja i nastajanja kemijskih veza i međudjelovanjima čestica (promjene agregacijskih stanja, sinteza iz kemijskih elemenata, gorenje, atomizacija...).	Opisuje pretvorbe različitih oblika energije unutar promatranoga sustava.

	Povezuje promjene s pretvorbama različitih oblika energije: potencijalna energija (međudjelovanja) u kinetičku (gibanje).	
KEM SŠ C.2.2. Analizira izmjenu energije između sustava i okoline i povezuje ih s promjenama tijekom kemijske reakcije.	Razlikuje egzotermne od endotermnih procesa na osnovi promjene temperature sustava i okoline tijekom kemijske reakcije. Objašnjava promjenu entalpije sustava tijekom kemijske reakcije ili fizikalne promjene. Povezuje promjene i procese s izmjenama energije između sustava i okoline (rad i toplina).	Opisuje načine izmjene energije između sustava i okoline te ju povezuje s promjenom entalpije.
Sadržaj Termodinamika: prvi zakon termodinamike, unutarnja energija, entalpija. Termokemija: reakcijska entalpija, egzotermne i endotermne promjene, entalpija stvaranja, entalpija sagorijevanja, entalpija promjene agregacijskih stanja, entalpijski dijagrami. Reakcijska kalorimetrija.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Obraditi pretvorbe jednoga oblika energije u drugi unutar sustava: kemijska energija (potencijalna energija veza i međudjelovanja) u toplinsku (kinetičku energiju čestica), električnu, svjetlosnu i sl. Povezati unutarnju energiju i entalpiju sustava, promjenu unutarnje energije i entalpije sustava te promjene entalpije i izmijenjene topline tijekom kemijske reakcije.		

D. Koncept Prirodosnanstveni pristup		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ D.2.1. Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama.	Izvodi pokuse u okviru koncepata: Tvari, Promjene i procesi, Energija. Uspoređuje na temelju pokusa reaktivnost anorganskih i organskih tvari. Kalorimetrijski određuje reakcijsku entalpiju. Mjeri promjenu reakcijske entalpije i entalpije otapanja. Uspoređuje brzine različitih kemijskih reakcija s obzirom na utjecaj različitih čimbenika.	Izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa.
KEM SŠ D.2.2. Primjenjuje matematička znanja i vještine.	Izračunava koncentraciju otopine, molalnost i množinski udio tvari, topljivost tvari. Izračunava tlak para otapala iznad otopine, povišenje vrelišta, sniženje ledišta i osmotski tlak. Na temelju računa određuje doseg reakcije. Povezuje doseg reakcije s množinom reakcijskih pretvorbi. Izračunava reakcijske entalpije iz energije izmijenjene kao topline i dosega kemijske reakcije. Izračunava prosječne brzine promjene reaktanata i produkata kao i prosječne brzine reakcija.	Koristeći se matematičkim izrazima rješava zadatke.

KEM SŠ D.2.3. Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.	Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima. Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu. Prikazuje modelima tvari uključene u promjene i procese. Opisuje utjecaj kemijskih promjena na okoliš.	Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označujući koordinatne osi.
Sadržaj Računski i problemski zadatci iz područja termokemije, sastava otopina i kemijske kinetike. Doseg reakcije. Mjerodavni reaktant.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Pokusi, računski i problemski zadatci u okviru Prirodno-znanstvenoga pristupa odnose se na kemijske reakcije anorganskih i organskih tvari navedenih u sadržaju i preporukama koncepta Promjene i procesi. Nastavnik sam odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda. Kalorimetrijski pokus podrazumijeva promjenu energije u sustavu, mjerenje promjene temperature u sustavu tijekom kemijske reakcije i izračunavanje izmijenjene topline, promjene entalpije sustava i reakcijske entalpije te specifični toplinski kapacitet. Reakcijska entalpija izračunava se iz izmijenjene topline i dosega reakcije. Račun za doseg podrazumijeva i račun za određivanje mjerodavnoga reaktanta (na primjeru reakcije bakra i sumpora). Prikazuje modelima 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 samo radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva. Vrste podataka za interpretaciju: tablice i dijagrami promjena koncentracije u vremenu reakcije. Ovisnost topljivosti tvari o temperaturi, krivulje zagrijavanja čvrstih tvari i entalpijski dijagrami za egzotermnu i endotermnu reakciju. Iz dijagrama promjene koncentracije u vremenu reakcije odrediti jednadžbu kemijske reakcije i na temelju odnosa stehiometrijskih koeficijenata reaktanata i produkata crtati grafičke prikaze ovisnosti promjene koncentracije tvari u vremenu reakcije (povezati s KEM SŠ D.3.3.).		

PRIJEDLOG ZASTUPLJENOSTI SVAKOGA KONCEPTA U 2. RAZREDU GIMNAZIJA



Postotni udio Prirodno-znanstvenoga pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.

Odgojno-obrazovni ishodi u 3. razredu gimnazije

A. Koncept Tvari		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda

KEM SŠ A.3.1. Istražuje svojstva, sastav i vrstu tvari.	Navodi definicije kiselina i baza po Arrheniusu, Brønsted-Lowryju i Lewisu. Navodi definiciju i svojstva pufera. Uspoređuje kiseline, baze i pufere po sastavu, vrsti i svojstvima. Uspoređuje organske tvari po sastavu, vrsti i svojstvima.	Razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.
KEM SŠ A.3.2. Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari.	Jednadžbom kemijske reakcije prikazuje promjene i procese unutar koncepta.	Razlikuje značenja simboličkih prikaza u okviru koncepta.
KEM SŠ A.3.3. Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.	Kritički razmatra upotrebu tvari u okviru koncepta i njihov utjecaj na okoliš.	Objašnjava upotrebu različitih vrsta tvari u okviru koncepta i njihov utjecaj na okoliš.
Sadržaj		
Kiseline, baze, soli, puferi, indikatori. Alkoholi, aldehidi i ketoni, karboksilne kiseline, esteri.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda		
Obrađuju se one kiseline, baze i soli elementarnih tvari koje su obrađivane u prethodnome razredu (vidi ishode KEM SŠ A.2.1. i KEM SŠ B.2.2.) uz, dodatno, karboksilne kiseline i estere.		
Povezati jakost kiselina i baza s građom molekula odnosno iona.		
Pri obradi puferskih sustava naglasiti sastav i ulogu pufera u ljudskome organizmu; puferske sustave obraditi na kvalitativnoj razini s pomoću kiselinsko – baznih reakcija, ne računati pH-vrijednost puferskoga sustava.		
Hidrolizu soli objasniti pomoću kiselinsko-bazne teorije.		
U okviru aldehida i ketona obraditi glukozu i fruktozu.		

B. Koncept promjene i procesi		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ B.3.1. Analizira brzine različitih promjena.	Uspoređuje brzine kemijskih promjena anorganskih i organskih tvari na temelju podataka o utjecaju katalizatora (inhibitora).	Uspoređuje brzine promjena na temelju utjecaja čimbenika na brzinu kemijske promjene.
KEM SŠ B.3.2. Procjenjuje utjecaj čimbenika na sastav reakcijske smjese u ravnotežnome sustavu.	Uspoređuje uvjete dinamičke ravnoteže sustava s obzirom na načine mijenjanja stanja ravnoteže. Uspoređuje djelovanje čimbenika na ravnotežno stanje.	Opisuje položaj dinamičke ravnoteže sustava te načine mijenjanja stanja ravnoteže u promatranome sustavu.
KEM SŠ B.3.3. Analizira kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari.	Prikazuje promjene anorganskih i organskih tvari jednadžbama kemijskih reakcija. Određuje jakost kiselina i baza. Opisuje djelovanje indikatora, kiselost otopine na temelju pH – vrijednosti. Objašnjava disocijaciju, ionizaciju i neutralizaciju.	Opisuje kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te opisuje njihov utjecaj na okoliš.

	Objašnjava hidrolizu soli s pomoću teorija o kiselinama i bazama.	
Sadržaj Le Chatelierovo načelo. Položaj ravnoteže i čimbenici koji utječu na ravnotežno stanje: sastav ravnotežne smjese, temperatura i tlak. Katalizatori. Reakcije anorganskih tvari: – metode dobivanja soli – reakcije oksidacije i redukcije u vodenim otopinama, elektrokemijski procesi (proces 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 ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Obraditi dijagrame koji prikazuju promjenu potencijalne energije tijekom kemijske reakcije (dijagram iz kojega se može očitati energija aktivacije, utjecaj katalizatora/inhibitora na energiju aktivacije). Pri obradi reakcija oksidacija i redukcije koristiti podatke iz Voltina niza.		

C. Koncept Energija		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ C.3.1. Analizira promjene u elektrokemijskim člancima.	Uspoređuje promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza. Povezuje shematski prikaz elektrokemijskoga članka s reakcijama u polučlancima.	Opisuje promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza.
KEM SŠ C.3.2. 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.	Primjenjuje Faradayev zakon elektrolize pri rješavanju jednostavnijih problema.
Sadržaj Standardna vodikova elektroda i standardni redukcijski elektrodni potencijal, elektrokemijski (Voltin) niz. Galvanski članak, razlika potencijala galvanskoga članka, anoda, katoda, polučlanak, elektrolizni članak, Faradayev zakon.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Obraditi pretvorbu kemijske energije u električnu (u galvanskim člancima) i električne energije u kemijsku (u člancima u kojima dolazi do elektrolize taljevina ili vodenih otopina soli).		

Primijeniti Faradayev zakon za izračunavanje promjene množine tvari na elektrodama u jednome članku ili serijski spojenim člancima.

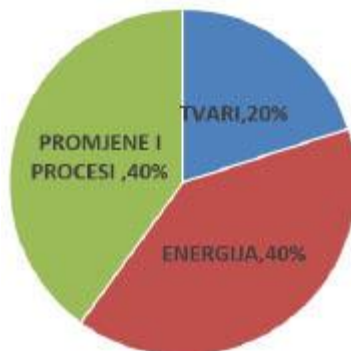
D. Koncept Prirodosnanstveni pristup		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ D.3.1. Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama.	Objašnjava reakcije anorganskih i organskih tvari na temelju izvedenih pokusa. Mjeri promjenu koncentracije reaktanata u ovisnosti o vremenu kemijske reakcije i temperaturi. Mjeri pH-vrijednost otopina. Izvodi pokus s galvanskim i elektroliznim člancima. Mjeri potencijal članka.	Izvodi pokuse te prikupljene podatke prikazuje u obliku izvješća.
KEM SŠ D.3.2. Primjenjuje matematička znanja i vještine.	Izračunava iskorištenje reakcije. Izračunava srednju brzinu kemijske reakcije. Izračunava pH-vrijednost vodenih otopina kiselina i baza. Izračunava konstante ravnoteža i sastav ravnotežne smjese. Izračunava razliku standardnih elektrodnih potencijala. Izračunava promjene množine tvari na elektrodama u jednome članku ili serijski spojenim člancima.	Rješava zadatke koristeći se jednostavnim matematičkim izrazima.
KEM SŠ D.3.3. Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih crtežima, grafikonima i tablicama.	Povezuje množinu elektrona s promjenama množine tvari na elektrodama. Prikazuje modelima čestičnu građu tvari. Razlikuje galvanski od elektroliznoga članka na temelju crteža i shematskoga prikaza. Povezuje shematski prikaz elektrokemijskoga članka s reakcijama u polučlancima. Prikazuje prikupljene podatke tablicama i grafovima.	Koristi se crtežima za prikazivanje građe tvari te podatke prikazuje tablično ili grafovima pravilno označavajući koordinatne osi.
Sadržaj		
Iskorištenje reakcija. Srednja brzina kemijske reakcije. Utjecaj katalizatora i inhibitora na brzinu reakcija. Vrijednost pH vodenih otopina kiselina i baza. Konstante ravnoteže: K_c, K_p, K_w. Razlika standardnih elektrodnih potencijala, Faradayev zakon elektrolize. Vrste podataka za interpretaciju: energijski profili reakcija, utjecaj katalizatora i inhibitora na brzinu kemijskih reakcija, dijagram promjene koncentracije tvari u vremenu reakcije, titracijske krivulje.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda		
Pokusi u okviru koncepata odnose se na kemijske reakcije navedenih anorganskih i organskih tvari, čimbenike koji ubrzavaju kemijske promjene te elektrokemijske reakcije. Nastavnik odabire pokuse najpogodnije za ostvarivanje ishoda.		

Iskorištenje reakcije može se odrediti na primjeru reakcije bakra i sumpora. Množinu elektrona s promjenama množine tvari na elektrodama moguće je povezati mjerenjem mase tijekom elektrolize vodene otopine bakrove soli, a razlike standardnih elektrodnih potencijala mjerenjem napona galvanskih članaka (nastavnik odabire tvari i elektrode najpovoljnije za ostvarivanje ishoda). Anorganske i organske tvari: objašnjene su u okviru ishoda KEM SŠ A.3.1. i KEM SŠ B.3.3.

Za vizualizaciju sadržaja mogu se koristiti 2D i 3D modeli: crtež, kalotni model, model štapića i kuglica.

Pri razradi ishoda »prikazuje prikupljene podatke tablicama i grafovima« povezati preporuku opisanu u KEM SŠ D.2.3. s računanjem koncentracijske konstante ravnoteže.

PRIJEDLOG SVAKOGA KONCEPTA U 3. RAZREDU GIMNAZIJA



Postotni udio Prirodosnanstvenoga pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.

Odgojno-obrazovni ishodi u 4. razredu gimnazije

Tema Elektromagnetsko zračenje i tvari		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ ABC.4.1. Povezuje građu atoma s energijom te s fizikalnim i kemijskim svojstvima tvari. KEM SŠ BC.4.2. Analizira međudjelovanja tvari s elektromagnetskim zračenjem. KEM SŠ D.4.3. Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama. KEM SŠ D.4.4. Primjenjuje matematička znanja i vještine. KEM SŠ D.4.5. Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.	Opisuje Bohrov model atoma. Povezuje građu elektronskoga omotača s položajem kemijskoga elementa u periodnome sustavu elemenata. Objašnjava svojstva elektromagnetskoga zračenja te međudjelovanje tvari i elektromagnetskoga zračenja (apsorpcija, emisija) povezujući promjene energijskih stanja elektrona u atomu s emisijskim i apsorpcijskim spektrima bojenjem plamena. Povezuje atomske spektre i građu elektronskoga omotača. Istražuje primjenu spektroskopije u znanosti i tehnologiji. Povezuje promjene energijskih stanja atoma ili molekule s emisijskim i apsorpcijskim spektrima na temelju boje plamena ili boje tvari. Izračunava energiju elektromagnetskoga zračenja. Povezuje energiju elektromagnetskoga zračenja s molnom energijom ionizacije atoma. Prikazuje elektronsku konfiguraciju atoma u osnovnome stanju i iona. Prikazuje modelima čestičnu građu tvari.	Opisuje kvantnomehanički model atoma i raspored elektrona u elektronskome omotaču na temelju položaja kemijskoga elementa u periodnome sustavu elemenata. Opisuje svojstva elektromagnetskih valova te međudjelovanje elektromagnetskoga zračenja i tvari. Objašnjava razliku između emisije i apsorpcije elektromagnetskoga zračenja. Rješava zadatke koristeći se jednostavnim matematičkim izrazima i izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa. Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima. Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu.

	Uspoređuje emisijske i apsorpcijske spektre atoma i molekula. Aalizira podatke spektroskopskih prikaza. Piše jednadžbe α – i β -radioaktivnoga raspada.	
Sadržaj Povijest otkrića modela atoma, kvantno mehanički model atoma, apsorpcija i emisija elektromagnetskoga zračenja, elektronska konfiguracija, raspored elektrona u elektronskome omotaču neutralnih i nabijenih atoma, atomski spektri, izotopi, izobari, α – i β – radioaktivni raspad.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Primjena spektroskopije u znanosti i tehnologiji: npr. u medicini, forenzici, farmaciji, proizvodnji hrane, ekologiji, astronomiji (kemijski sastav zvijezda) i analitičkoj kemiji (kao jedne od metoda za određivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava smjesa). U okviru kvalitativnoga određivanja sastava smjesa preporučuje se, primjerice odraditi bojenje plamena vodenim otopinama soli i halogenalkanima.		

Tema Kemija okoliša		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ C.4.6. Analizira promjene energije tijekom izmjene i pretvorbe energije u okolišu. KEM SŠ AB.4.7. Analizira kemijske promjene na primjerima reakcija u okolišu. KEM SŠ AB.4.8.; Kritički razmatra utjecaj tvari na čovjeka i okoliš. KEM SŠ D.4.9. Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama. KEM SŠ D.4.10. Primjenjuje matematička znanja i vještine. KEM SŠ D.4.11. Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.	Istražuje izmjene energije u okolišu. Analizira promjene energije tijekom fotokemijskih reakcija u atmosferi te procesa koji vode do globalnoga zatopljenja. Istražuje pojavu smoga i neke reakcije biogeokemijskih ciklusa ugljika, dušika, fosfora i vode. Istražuje kemijske promjene koje uzrokuju stanjivanje ozonskoga sloja. Istražuje kemijske promjene koje uzrokuju globalno zatopljenje. 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). Izvodi pokuse u okviru koncepata: Tvari, Promjene i procesi, Energija. Analizira uzorke vode, zraka i tla u okviru teme Kemija okoliša. Primjenjuje stehiometrijske odnose množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija. Grafički prikazuje i analizira podatke dobivene fizikalno-kemijskim mjerenjima (kiselinsko-bazne titracije, kinetička mjerenja, kalorimetrijska mjerenja...) Uopćava podatke dobivene analizom uzoraka vode, zraka i tla.	Uspoređuje promjene energije tijekom izmjene i pretvorbe energije u okolišu. Objašnjava kemijske promjene u atmosferi, hidrosferi i geosferi koje utječu na kvalitetu življenja. Objašnjava utjecaj pesticida, umjetnih gnojiva, teških metala i spojeva arsena te halogeniranih organskih spojeva na čovjeka i okoliš. Rješava zadatke koristeći se jednostavnim matematičkim izrazima te izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa. Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima. Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu.
Sadržaj		

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. Kemija vode i vodnih sustava (podjela prirodnih voda, vodni rezervoari svijeta, biogeokemijski ciklus vode, uzroci onečišćenja vode, načini uklanjanja, crpljenje i prerada prirodne vode u vodu za piće). 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, prihranjivanje tla N, P, K, S, Ca, Mg), mikroelemenata (Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, B...), mehanička analiza tla (tekstura).
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Odabrani karakteristični pesticidi od povijesnoga i suvremenoga značenja: lindan, DDT, organofosforni spojevi, umjetna i mineralna gnojiva. Primijeniti analitičke postupke kvalitativne i kvantitativne analize vode, zraka i tla. Primjena i toksikologija teških metala (npr. Hg, Cd, Cr, Pb) i arsena te njihovih spojeva – povijesni primjeri ekocida. Primjena i toksikologija halogeniranih organskih spojeva – ugljikov tetraklorid, kloroform, vinil-klorid, trikloretilen i perkloretilen kao otapala u kemijskim čistionicama, poliklorirani bifenili.

Tema Kemija odabranih biomolekula		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ A.4.12. Istražuje svojstva, sastav i vrstu odabranih biomolekula primjenjujući kemijsko nazivlje i simboliku u okviru koncepta. KEM SŠ B.4.13. Istražuje kemijske promjene odabranih biomolekula. KEM SŠ C.4.14. Istražuje energijske pretvorbe tijekom biokemijskih reakcija. KEM SŠ D.4.15. Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama. KEM SŠ D.4.16. Primjenjuje matematička znanja i vještine. KEM SŠ D.4.17. Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.	Opisuje svojstva, sastav i vrstu odabranih spojeva. Povezuje strukturu odabranih biomolekula s njihovom funkcijom u organizmu. Istražuje ulogu odabranih spojeva. Objašnjava fizikalna i kemijska svojstva odabranih biomolekula. Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku u okviru koncepta. Istražuje kemijske promjene odabranih biomolekula. Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku te se koristi matematičkim znanjima i vještinama u okviru koncepta. Objašnjava djelovanje enzima u organizmu (energija aktivacije). Objašnjava energijske pretvorbe tijekom biokemijskih reakcija na odabranome primjeru. Izvodi pokuse u okviru koncepta: Tvari, Promjene i procesi, Energija. Primjenjuje stehiometrijske odnose množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija u okviru tema. Prikazuje modelima čestičnu građu tvari. Grafički prikazuje i analizira podatke dobivene fizikalno-kemijskim mjerenjima (kiselinsko-bazne titracije, kinetička mjerenja, kalorimetrijska mjerenja...).	Razvrstava odabrane biomolekule prema svojstvima, sastavu i vrsti razlikujući značenja simboličkih prikaza. Razlikuje kemijske promjene odabranih biomolekula primjenjujući kemijsku simboliku. Opisuje energijske pretvorbe unutar organizma primjenjujući kemijsku simboliku. Rješava zadatke koristeći se jednostavnim matematičkim izrazima te izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa. Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima. Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu.

Sadržaj Stereokemija biomolekula. Cikoalkani, ugljikohidrati (monosaharidi, disaharidi, polisaharidi), relativne konfiguracije monosaharida, masti, ulja, vitamini, amini i amidi, aminokiseline, podjela aminokiselina (amfoternost aminokiselina, ovisnost naboja aminokiselina o pH otopine), peptidi, enzimi, proteini i metaloproteini (hemoglobin, citokromi), nukleinske kiseline, alkaloidi. 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 te dokazivanje ugljikohidrata, aminokiselina i proteina kvalitativnim testovima.
Preporuke za ostvarivanje odgojno obrazovnih ishoda U okviru teme Kemija odabranih biomolekula, u dijelu njihovih svojstava, potrebno je obraditi stereokemiju biomolekula (kiralnost, optička aktivnost), razine 3D strukture proteina, povezati strukturu proteina s njihovom funkcijom.

Tema Znanost o materijalima		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ C.4.18. Predviđa promjene energije tijekom kemijskih promjena. KEM SŠ B.4.19. Analizira kemijske promjene odabranih tvari. KEM SŠ AB.4.20. Povezuje svojstva odabranih tvari s njihovom primjenom. KEM SŠ A.4.21. Kritički razmatra informacije o materijalima. KEM SŠ D.4.22. Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama. KEM SŠ D.4.23. Primjenjuje matematička znanja i vještine. KEM SŠ D.4.24. Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.	Analizira promjene energije tijekom kemijskih promjena u kojima sudjeluju odabrane tvari koristeći se reakcijskim entalpijama. Analizira reakcije sinteze i primjene materijala te kemijsku reaktivnost odabranih tvari. Povezuje svojstva materijala s reaktivnošću i uporabom. Kritički vrednuje utjecaj materijala na čovjeka i okoliš. Kritički razmatra informacije o materijalima te procjenjuje njihovu važnost. Izvodi pokuse u okviru teme. Primjenjuje stehiometrijske odnose množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija u okviru teme. Primjenjuje stehiometrijske odnose množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija u okviru tema. Prikazuje modelima čestičnu građu tvari. Grafički prikazuje i analizira podatke dobivene fizikalno-kemijskim mjerenjima (kiselinsko-bazne titracije, kinetička mjerenja, kalorimetrijska mjerenja...).	Objašnjava promjene energije tijekom kemijskih promjena odabranih spojeva koristeći se reakcijskim entalpijama ili entalpijskim vezama. Opisuje kemijske promjene odabranih tvari izvođenjem odgovarajućih pokusa. Opisuje svojstva i primjenu odabranih tvari u okviru preporučenih tema. Organizira prikupljene informacije o materijalima u okviru preporučenih tema. Rješava zadatke koristeći se jednostavnim matematičkim izrazima te izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa. Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima. Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu.
Sadržaj Polimerizacija, anorganski i organski polimeri, prirodni i sintetski polimeri. Organski polimeri – tumačenje svojstava i primjena na temelju strukture: celuloza, guma, najlon, kevlar, teflon, stiropor, plastične mase, vinil-polimeri. Alotropija ugljika: procesi dobivanja, svojstva i osnovne reakcije uz primjenu fullerena, nanocjevčica, grafena, grafita i dijamanta. Bojila i pigmenti: bijele boje (olovno bjelilo, cinkovo bjelilo, titanijevo bjelilo, kreda i sadra), žute boje (oker, kromovo i kadmijevo žutilo), crvene boje (cinober, minij), zelene (kromovo zelenilo), plave boje (ultramarin, berlinsko modriilo, kobaltna plava), smeđe boje (umbra), sive boje (cinkovo sivo), crne boje (grafit, čađa, željezno crnilo), metalne boje (brončane, zlatna i srebrna bronca). Osnove razvoja farmaceutske industrije: spoj kao lijek i otrov, biološko djelovanje odabranih lijekova koji imaju povijesno značenje za čovječanstvo: sedativi (npr. talidomid), antipiretici		

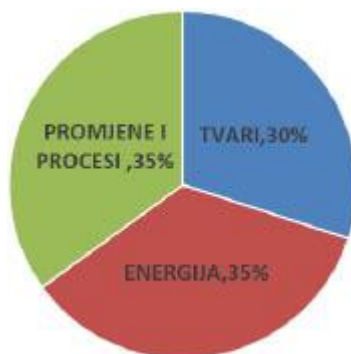
(npr. acetilsalicilna kiselina), antibiotici (npr. penicilin, azitromicin), citostatici (npr. cisplatin).

Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda

Navedeni su preporučeni sadržaji od kojih nastavnik bira sadržaje prema programu škole i interesu učenika.

Tema Kemija koloida		
Odgojno-obrazovni ishodi	Razrada ishoda	Odgojno-obrazovni ishodi na razini ostvarenosti »dobar« na kraju razreda
KEM SŠ AB.4.25. Istražuje svojstva, sastav, vrstu i dobivanje koloidnih sustava. KEM SŠ BC.4.26. Povezuje utjecaj različitih čimbenika sa stabilnosti koloidnih sustava. KEM SŠ AB 4.27. Kritički razmatra utjecaj i primjenu koloidnih sustava na život čovjeka i okoliš. KEM SŠ D.4.28. Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama. KEM SŠ D.4.29. Primjenjuje matematička znanja i vještine. KEM SŠ D.4.30. Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.	Opisuje sastav heterogenih smjesa razlikujući disperzno sredstvo i dispergiranu fazu. Analizira vrstu i svojstva koloidnih sustava na temelju njihova sastava i veličine čestica dispergirane faze. Opisuje procese dobivanja suspenzija, emulzija, aerosolova i micela. Uspoređuje koloidne sustave s homogenim vodenim otopinama na temelju raspršenja svjetlosti. Povezuje utjecaj međupovršinskoga sloja i površinskoga naboja na stabilnost koloidnih sustava. Objašnjava procese dijalize i elektroforeze u kontekstu primjene koloidnih sustava u znanosti i tehnologiji. Kritički razmatra svojstva i primjenu površinski aktivnih tvari te njihov utjecaj na čovjeka i okoliš. Izračunava površinu i brojevnu koncentraciju koloidnih čestica. Prikazuje modelima čestičnu građu tvari.	Razvrstava koloidne sustave prema svojstvima, sastavu i vrsti, rješava zadatke uz učiteljevu pomoć te prikazuje podatke prikupljene pokusom. Opisuje djelovanje čimbenika koji utječu na stabilnost koloidnih sustava. Objašnjava svojstva i primjenu koloidnih sustava i njihov utjecaj na čovjekov život i okoliš. Rješava zadatke koristeći se jednostavnim matematičkim izrazima te izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa. Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima. Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu.
Sadržaj Vrste koloidnih otopina prema agregacijskom stanju disperzne faze i disperznoga sredstva, međudjelovanja čestica koloida, način dobivanja čestica koloidne veličine, stabilnost koloida, agregacija, peptizacija, načini stabilizacije koloida (elektrostatska i sterička stabilizacija), destabilizacija koloida.		
Preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Povezati utjecaj međupovršinskoga sloja i površinskoga naboja na stabilnost koloidnih sustava (peptizacija, agregacija, koacervacija, djelovanje površinski aktivnih tvari, dodatak emulgatora).		

PRIJEDLOG ZASTUPLJENOSTI SVAKOGA KONCEPTA U 4. RAZREDU GIMNAZIJA



Postotni udio Prirodoslovnog pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.

E. POVEZANOST S DRUGIM PREDMETIMA I MEĐUPREDMETNIM TEMAMA

Kemija je prirodoslovni predmet usko povezan s ostalim prirodoslovnim predmetima. Važna je za stjecanje kompetencija u međupredmetnim temama i ima značajnu ulogu u međudisciplinskom učenju. Povezivanje Kemije s drugim predmetima i međupredmetnim temama važno je u cijelome odgojno-obrazovnom procesu. Kemija primjenjuje matematička znanja i vještine te fizikalne principe, a sama je potpora biološkim znanostima i geoznanostima. Povezana je sa sljedećim predmetima:

- Matematikom: analiza, izračun, prikaz i interpretacija podataka nije moguća bez odgovarajućih matematičkih znanja i vještina
- Fizikom: osnovni fizikalni principi nužni su za usvajanje osnovnih kemijskih znanja poput nastajanja kemijskih veza te izmjene i pretvorbe energije
- Biologijom: za poznavanje građe i funkcije biološki važnih molekula, procesa u živim stanicama i izmjene energije tijekom metabolizma nužno je razumjeti građu tvari, osnovne kemijske reakcije organskih spojeva i energijske promjene tijekom kemijskih reakcija
- Geografijom: mnoge procese u atmosferi, geosferi i hidrosferi nije moguće objasniti bez poznavanja kemijske reaktivnosti i fizikalnih svojstava tvari koje izgrađuju naš planet
- Informatikom: informatička znanja potrebno je integrirati u kemijske sadržaje radi lakšega rješavanja kemijskih problema, oblikovanja kemijskih modela, obrade i prikaza podataka te pristupa informacijama
- Tehničkom kulturom: primjena znanja o građi, vrsti te fizikalnim i kemijskim svojstvima nužna je za upotrebu različitih materijala i razvoj naprednih tehnologija
- Povijesti, Filozofijom i Logikom: poznavanje razvoja ljudskih ideja i civilizacije olakšava poimanje znanosti te omogućuje razumijevanje razvoja društva
- Etikom: omogućuje povezanost s etičkim pitanjima znanosti
- Hrvatskim jezikom: osigurava razumijevanje teksta, razvija komunikacijske vještine i čitalačku pismenost
- Stranim jezicima: poznavanje stranih jezika omogućuje korištenje stranom literaturom i snalaženje u brojnim materijalima dostupnima na internetu
- Glazbenom umjetnosti i Likovnom umjetnosti: spoznaje o različitim materijalima primjenjuju se u likovnoj i glazbenoj umjetnosti.

U nastavnome predmetu Kemija dijelom se ostvaruju odgojno-obrazovna očekivanja svih međupredmetnih tema, a posebice Učiti kako učiti, Održivi razvoj, Uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije, Zdravlje te Osobni i socijalni razvoj.

Učiti kako učiti – ciljevi su te međupredmetne teme da učenik razvija i primjenjuje različite strategije učenja i upravljanje informacijama, da upravlja vlastitim učenjem i stvara prikladno okruženje za učenje te prepoznaje vrijednost učenja.

Održivi razvoj – potiče promišljanje o odgovornome odnosu prema okolišu te o doprinosu kemije napretku i poboljšanju kvalitete života poštujući principe održivosti.

Uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije – važna je zbog pretraživanja informacija i dolaženja do različitih izvora te obrade, prikazivanja, objavljivanja i dijeljenja podataka.

Zdravlje – jedan je od ciljeva ove međupredmetne teme koji je ključan za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda nastavnoga predmeta Kemija prepoznati, razumjeti i izabrati zdrave životne navike i

ponašanja, izbjegavati navike i ponašanja štetne za zdravlje i sigurnost te sprječavati i ublažavati posljedice narušenoga zdravlja.

Osobni i socijalni razvoj – ostvarivanjem ishoda u okviru koncepta prirodoslovnog pristupa kod učenika se razvija empatija te uvažavanje i prihvaćanje različitosti, socijalne i komunikacijske vještine, suradnja i timski rad te odgovorno ponašanje prema sebi i drugima u zajednici, donošenje odluka te planiranje obrazovanja.

F. UČENJE I POUČAVANJE PREDMETA

Kemija se kao zaseban nastavni predmet uči i poučava u 7. i 8. razredu osnovne škole te od 1. do 4. razreda gimnazije. U osnovnim školama, općim, jezičnim i prirodoslovno--matematičkim gimnazijama nastavni predmet Kemija uči se i poučava u okviru nastavnoga plana u trajanju od 70 sati po godini učenja, dok se u prirodoslovnim gimnazijama poučava kao nastavni predmet Kemija s vježbama u okviru nastavnoga plana u trajanju od 140 sati godišnje, od čega se 50 % sati realizira kao laboratorijske vježbe u specijaliziranim učionicama (laboratorijima). U završnim razredima gimnazija i srednjih škola nastavni plan predviđa učenje i poučavanje u trajanju od 64 sata u nastavnoj godini, odnosno 128 sati u prirodoslovnoj gimnaziji. Predloženi sadržaji i ishodi predstavljaju zajednički nacionalni programski okvir koji prati razvoj kemijske znanosti i suvremenih tehnologija koje se na njoj temelje ostavljajući učitelju slobodu izbora u metodama poučavanja, ali i u odabiru najprikladnijih primjera za ostvarenje pojedinoga ishoda ovisno o vrsti škole i afinitetima učenika. Stoga će odgojno-obrazovni ishodi biti onaj element kurikulumu koji omogućuje ostvarenje konceptualnoga pristupa, a sadržaji ishoda spiralno će se razvijati po razredima.

Za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama (učenici s teškoćama i daroviti učenici) učitelji planiraju kurikulum usmjeren na učenika. Osobitosti/teškoće učenika zahtijevaju njima sukladne individualizirane/diferencirane postupke, ciljeve učenja, razinu ostvarenosti odgojno-obrazovnoga ishoda, opseg i dubinu sadržaja učenja, strategije i aktivnosti poučavanja kojima se žele ostvariti postavljeni ciljevi te načini vrednovanja i ocjenjivanja ostvarenih postignuća.

Učenje i poučavanje temeljnih spoznaja kemije izvodi se u okviru četiriju koncepata: Tvari, Promjene i procesi, Energija i Prirodoslovni pristup. Sva četiri koncepta protežu se tijekom svih godina učenja kemije, od osnovne škole do završnih razreda srednjih škola, postupno produbljujući spoznaje kako učenik napreduje tijekom svoga školovanja. Stoga se neki odgojno-obrazovni ishodi ponavljaju, ali u spiralnoj strukturi kurikulumu oni donose novi i produbljeni sadržaj prilagođavajući ga razvojnoj dobi i sposobnosti učenika. U četvrtome razredu srednjih škola s četverogodišnjim programom Kemije sadržaj je učenja i poučavanja koncipiran u pet tematskih područja koja odražavaju ideju suvremenoga pristupa učenju kemije, kemija u kontekstu:

- Elektromagnetsko zračenje i tvari obuhvaća spoznaje o građi atoma i subatomske čestice od povijesnih modela atoma do kvantnomehaničkoga pristupa te o promjenama energijskih stanja atoma i elektromagnetskih zračenja s kojima su usko vezane.

- Kemija koloida bavi se koloidnim otopinama, njihovim svojstvima i područjima njihove primjene. Sastavni je dio svih aspekata ljudskoga života i djelovanja, od navika odijevanja i prehrane do stanovanja, higijenskih navika i razvoja tehnologije.

- Kemija odabranih biomolekula poseban naglasak stavlja na kemijske sadržaje koji su važni za organizaciju života, čovjekovo zdravlje i održivost životnih procesa u organizmu.

- Kemija okoliša važan je dio općega obrazovanja, doprinosi kvalitetnome životu suvremenoga čovjeka i održivome razvoju čovjekove neposredne okoline i planeta u cjelini.

- Znanost o materijalima pruža uvid u suvremene dosege kemije, od sadržaja koji obuhvaćaju kemiju polimernih materijala (prirodnih i sintetskih) do sinteza lijekova.

Navedena tematska područja osmišljena su tako da produbljuju prethodno ostvarene ishode unutar svih koncepata, stavljaju ih u kontekst primjene te ističu održivi razvoj i međudisciplinarnost kemijskih sadržaja.

Tema Elektromagnetsko zračenje i tvari obavezna je u svim gimnazijama, a nastavnik, ovisno o interesu većine učenika i sukladno programu, bira još dvije od četiriju preostalih ponuđenih tema (Kemija koloida, Kemija odabranih biomolekula, Kemija okoliša, Znanost o materijalima). Izabrane teme, kao i obveznu, treba u cijelosti realizirati. U prirodoslovnim i prirodoslovno--matematičkim gimnazijama preporuča se realizirati teme Kemija odabranih biomolekula i Znanost o materijalima.

U svim osnovnim i srednjim školama obvezno je ostvarivanje svih navedenih odgojno-obrazovnih ishoda kroz opisanu razradu pojedinoga ishoda.

Predmet učenja i poučavanja Kemije jesu tvari i njihove promjene, što je najlakše razumjeti iskustveno, tj. pokusom. Stoga je preporuka učenje i poučavanje organizirati u dvosatu. Obrazovna istraživanja pokazuju da je najmanje uspješna tzv. predavačka nastava kojoj je u središtu učitelj, što znači da se znanja i vještine moraju steći i razviti aktivnim sudjelovanjem u procesu učenja i poučavanja. Zato se, kako bi se postigli najbolji rezultati učenja, u učenju i poučavanju Kemije preporuča iskustveno učenje ili učenje otkrivanjem. Ta strategija jamči aktivno učenje u kojemu se učenika stavlja u središte odgojno-obrazovnoga procesa, a sadrži sve etape spoznajnoga procesa.

Iskustveno učenje ili učenje otkrivanjem polazi od postavljanja problema ili pitanja, a vlastitom se aktivnošću izvode zaključci i pronalaze rješenja u okviru predmetnih sadržaja. U učenje otkrivanjem možemo uvrstiti tri ključne nastavne metode za učenje kemije: istraživanje, projekt i simulaciju.

Istraživanje uključuje:

- uočavanje i postavljanje problema
- oblikovanje pretpostavki (ili hipoteza) o rješenju problema
- prikupljanje podataka ponajprije promatranjem i izvođenjem pokusa, ali i radom na tekstu ili drugim dostupnim izvorima podataka, anketom i sl. u skladu s temom istraživanja
- izvođenje zaključaka o točnosti pretpostavki, čime se dolazi do rješenja problema.

Projekt je nešto složenija metoda koja uključuje iste etape kao istraživanje ali uz prethodno planiranje. Osim željenoga cilja planiraju se sredstva, slijed postupaka, oblik rada na projektu (rad u skupinama, individualni) i vremenski okvir projekta. Iskustva stečena realizacijom projekata sistematiziraju se, izvode se zaključci koji se obično navode u obliku izvješća.

Simulacija se provodi kad nije moguće ostvariti iskustvo u stvarnoj situaciji. Tu se također polazi od postavljanja problema, od neke zamišljene situacije za koju tražimo rješenje. Nakon toga učenici međusobno komuniciraju ili se komunikacija odvija u virtualnom okružju gdje se koriste dostupnim informacijskim i komunikacijskim tehnologijama.

Budući da se neki kognitivno zahtjevniji kemijski koncepti i sadržaji ne mogu obraditi isključivo iskustvenim učenjem, potrebno je i poučavanje. Nastavne metode poučavanja uključuju mnogo postupaka koji su učiteljima Kemije na raspolaganju. Grupirane su u tri glavne skupine: problemsko poučavanje, heurističko poučavanje i programirano poučavanje.

Problemsko poučavanje uključuje niz nastavnih postupaka kao što su izlaganje, razgovor, odgovaranje na pitanja, rad na literaturnim podatcima, demonstracijski pokus, laboratorijski rad i sl.

Heurističko poučavanje također polazi od problema ili pitanja, ali učitelj učenika postupno vodi k rješenju, a ne daje mu gotove odgovore.

Programirano poučavanje jest oblik analitičkoga poučavanja. Problem koji se poučava, prezentira se učenicima tako da se podijeli na elemente koji se izvršavaju određenim slijedom i zahtijevaju aktivno sudjelovanje učenika, a nakon svake od tih etapa učenik treba dobiti povratnu informaciju. Najčešće uključuje programirane tekstove, nastavne listiće, računalne programe i sl. Sve navedene nastavne metode (i postupci koje te metode uključuju) primjenjuju se u učenju otkrivanjem u radu u skupinama ili u samostalnome obliku rada s učenicima. Programirano je učenje osobito prikladno za samostalni rad učenika.

Imajući u vidu ciljeve nastavnoga predmeta Kemija i materijalna sredstva potrebna za njihovo ostvarenje, preporuča se veću skupinu učenika (razred) podijeliti na nekoliko manjih skupina, što doprinosi uspješnijemu procesu učenja i poučavanja te omogućuje postizanje najboljih rezultata učenja. Postupci koji se mogu primijeniti tijekom takva oblika rada su sljedeći: radionice, seminari, proučavanje slučaja (*case study*), oluja ideja i sl.

U radionici učenici aktivno sudjeluju u procesu učenja i poučavanja izvodeći pokuse, raspravljajući o rezultatima pokusa i interpretirajući rezultate, tj. izvodeći zaključke.

Tijekom seminara učenici imaju priliku izložiti vlastita istraživanja usmeno ili u pisanome obliku te ih komentirati s drugim učenicima i učiteljem, a proučavanje slučaja (*case-study*) pruža im mogućnost dubljega uvida u znanstvena istraživanja.

Oluja ideja kreativan je postupak motivacije učenika za iznošenje vlastitih ideja o rješavanju nekoga problema u kratkome vremenu, a primjerenost neke ideje otkriva se tijekom rasprave.

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.

Nema određenoga pravila koje bi propisivalo kad i kako će se primijeniti neka nastavna strategija, metoda ili postupak. Izbor ponajprije ovisi o ciljevima učenja i sadržaju koji se poučava i u konačnici predstavlja kreativno djelovanje učitelja. Učenici su odgovorni za svoje učenje, a učitelji za poticanje učenika na aktivno sudjelovanje u procesu učenja. Odabrana nastavna strategija, metoda ili postupak treba podrazumijevati i razvoj međupredmetnih kompetencija, primjerice matematičkih kompetencija ili kompetencija u okviru Održivoga razvoja. Iako nema preciznih uputa kako postupiti u kojoj nastavnoj situaciji ili koja bi metoda/postupak dala najbolji rezultat, pri njihovu izboru treba imati na umu osnovna didaktička načela čije poštivanje učenje i poučavanje Kemije čini uspješnijim:

- prema načelu pozitivne usmjerenosti treba birati takve metode/postupke koji potiču učenikovo samopouzdanje i pronalaze njegove pozitivne strane
- prema načelu individualizacije treba birati takve metode/postupke koji da svaki učenik napreduje svojim tempom i na sebi svojstven način; pritom nastavnik mora imati u vidu učenike s posebnim obrazovnim potrebama
- načelo primjerenosti odnosi se na primjerenost metoda/postupaka konceptu ili sadržaju, ali i na primjerenost sadržaja dobi i sposobnostima, tj. mogućnostima učenika
- prema načelu aktivnosti vodi se računa o tomu što će raditi učenici, a što učitelj
- načelo ekonomičnosti odnosi se na utrošak vremena, ali i materijalnih sredstava potrebnih za učenje i poučavanje.

Za uspješno ostvarenje predviđenih ciljeva nastavnoga predmeta Kemija potrebno je i odgovarajuće okruženje koje će pogodovati njihovu ostvarenju. Nastavu Kemije potrebno je izvoditi u specijaliziranoj učionici uz koju postoji i posebna prostorija za odlaganje i čuvanje kemikalija, posuđa i pribora te pripremu pokusa. Učionica ne mora imati posebne laboratorijske stolove, ali mora biti opremljena električnim i vodovodnim instalacijama, kanalizacijskim odvodom i treba imati omogućeno prirodno provjetranje. Od ostale nestandardne učioničke opreme, za udovoljavanje minimalnim uvjetima sigurnoga izvođenja procesa učenja i poučavanja Kemije, potrebno je imati demonstracijski stol, sudoper, klupu ili ormarić za odlaganje poslužavnika s laboratorijskim priborom. Prostorija za odlaganje i pripremu pokusa mora biti opremljena električnim i vodovodnim instalacijama, kanalizacijskim odvodom te treba imati ormare za odlaganje pribora i kemikalija. Većina škola danas ima pristup internetu pa bi i učionica kemije trebala biti opremljena računalom, projektorom i projekcijskim platnom. Zbirke nastavnih pomagala te kompleti laboratorijskoga pribora i kemikalija ovise o učiteljevu načinu rada i materijalnim mogućnostima škole, stoga se ne mogu propisati. Svakako bi trebale sadržavati osnovni pribor i kemikalije potrebne za sigurno izvođenje pokusa predviđenih ključnim sadržajima predmeta.

Konačno, nastavnik treba poticati učenika na učenje u školi i izvan nje (u prirodi i u različitim ustanovama). Škola kao ustanova treba poticati suradnju s roditeljima, lokalnom zajednicom, gospodarskim subjektima i akademskom zajednicom radi unapređivanja i obogaćivanja iskustava učenja te pristupa tehnologijama i znanstvenim spoznajama.

PODJELA I UPORABA MODELA U UČENJU I POUČAVANJU KEMIJE

Učenje i poučavanje kemije temelji se na poučavanju znanstvenih koncepata. Međutim, malo toga što smo u stanju opaziti u svojoj okolini (na makroskopskoj razini), možemo objasniti bez korištenja modela ili prikaza na submikroskopskoj razini. Pritom valja imati na umu da učenici tijekom poučavanja stvaraju vlastite mentalne koncepte koji su individualni i drugima nedostupni. Ovisno o njihovu iskustvu, prethodnim znanjima, stavu i sl., ti se koncepti mogu razlikovati od znanstvenih. Zato nam mora biti jasna važnost oblikovanja i uporabe modela u nastavnome predmetu Kemije.

Modeli povezuju ciljeve učenja i poučavanja s teorijom u njihovoj pozadini: »Model je sve ono što je trenutno vidljivo, a može povezati iskustvo s apstrakcijom, u nastojanju da se apstrakcija razumije«.

Modeli se mogu podijeliti u tri glavne kategorije: znanstveni modeli, obrazovni modeli, učenički modeli^[1] (Gilbert, J. K. (2005) Visualisation: a metacognitive skill in science and science education. U: Visualisations in Science Education (Ed: Gilbert, J. K.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Nizozemska, 9-27.). Prije kratkoga pojašnjenja što pripada kojoj od ovih triju kategorija, treba naglasiti da se donekle terminološki razlikuju nazivi triju kategorija u odnosu na doslovni

prijevod – treća bi se kategorija u doslovnom prijevodu nazivala modelima koje pokazuju (izražavaju, oblikuju..) učenici, što je za potrebe ovog teksta skraćeno u učenički modeli.

Znanstveni modeli

Kao što im ime govori, koriste se za opisivanje, objašnjavanje i prikazivanje znanstvenih pojava, zbog čega su zapravo usmjereni znanstvenoj zajednici. Znanstveni model pojednostavljena je slika realnoga sustava koja omogućuje lakši kvantitativni (fizikalni ili matematički) opis. Oni su podložni stalnoj promjeni, tj. njihova uporaba rezultira njihovom izmjenom. Dobar je primjer u tom smislu predodžba o strukturi atoma kroz povijest: Thompsonov model, kojeg slijedi Rutherfordov model, zatim Bohrov model itd.

Obrazovni modeli

Ovi se modeli koriste za potrebe obrazovanja, tj. prilikom poučavanja kemije u nastavi. Mogu se razlikovati po namjeni pa nailazimo na potpodjele: kurikulumski modeli, usuglašeni ciljani modeli, modeli za poučavanje. Donosilac kurikuluma interpretira znanstvene modele i uvrštava ih u kurikulum, oni se zatim prevode u usuglašene ciljane modele, koje obično nalazimo u udžbenicima, a posljednja je faza transformacije prevođenje usuglašanih modela u modele za poučavanje kemije izravno, u nastavi. Primjer za prethodno je sljedeći: modeli atoma kroz povijest znanstveni su modeli uvršteni u kurikulum u određenoj fazi obrazovanja; model atoma je za potrebe udžbenika pojednostavljen i pojašnjen kroz ciljani model građe atoma i subatomske čestice u njegovu sastavu, a učitelj ga dalje pojednostavljuje u tzv. model za poučavanje koristeći različite ilustracije, simulacije, crteže i sl.

Modeli za poučavanje su bilo koja teorijska konstrukcija namijenjena nastavi kemije. U ovu vrstu modela ubrajamo, npr. vizualne prikaze atoma, ali i kemijske zakone. Modeli za poučavanje zapravo su alat kojim se služimo u nastavi da bismo razvili razumijevanje kemijskih koncepata. U početku oni služe za objašnjenje na jednostavnoj razini (npr. od čega je sastavljen atom). Kako poučavanje napreduje, stvaraju se korelacije među pojmovima i znanje se nadograđuje i produbljuje stvarajući tzv. mrežu pojmova, koja je podloga za razumijevanje koncepata (djelomično je takva mreža prikazana slikom 1).



1. slika: Primjer prikaza mogućega modela uključenoga u mrežu koncepta kemijskog vezivanja atoma

Time omogućujemo učenicima da odgovore na važno pitanje, ako ne i najvažnije, u nastavi kemije: zašto se nešto događa ili ponaša tako kako se događa, tj. ponaša. Nastavnikova je namjera da modele za poučavanje i njima pripadajuće mreže pojmova posluže učenicima za objašnjenje stvarnosti i produbljivanje spoznaja.

Učenički modeli

Osnovni je cilj da učenici iskoriste modele poučavanja i njihove mreže za oblikovanje vlastitoga razumijevanja kemijskih koncepata. Međutim, učenje je samo po sebi još jedna interpretacija, ovaj put učenikova interpretacija nastavnikovih modela. Učenici na temelju metoda poučavanja pokušavaju razumjeti stvarnost i pojave, ali pritom često stvaraju vlastite teorije ili pretpostavke. One mogu biti u raskoraku sa znanstvenim činjenicama jer apstraktna razina korištenoga modela ne mora biti u suglasju s makroskopskim iskustvom učenika. Jedna od većih prepreka i razloga zašto se Kemiju doživljava »teškim nastavnim predmetom« upravo je apstraktnost modela za poučavanje. Taj jaz između nastavnikova modela i učenikova modela često se u literaturi navodi pojmom pogrešnoga razumijevanja ili miskoncepcije. U istraživačkoj literaturi nalazimo mnoge primjere kako premostiti jaz između modela koje izabiru učitelji i onih koje učenik stvara tijekom učenja.

Predmetni kurikulum Kemije sadrži niz mogućnosti za modeliranje nastave, neki od tih modela navedeni su unutar ključnih sadržaja (npr. Lewisova elektronska teorija, privlačne sile, Brønsted –

Lowryjeva teorija o kiselinama i bazama i sl.), a neki u okviru preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda.

G. VREDNOVANJE OSTVARENOSTI ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

Vrednovanje kao učenje, za učenje i naučenoga

Poglavlje Vrednovanje ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda u predmetnome kurikulumu sadržava informacije:

- što se vrednuje u predmetnome kurikulumu (koji su elementi vrednovanja)
- koji su preporučeni pristupi te metode i tehnike vrednovanja ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda u predmetnome kurikulumu

– kako se određuje zaključna ocjena u predmetnome kurikulumu.

Potrebno je naznačiti osobitosti pojedinih pristupa vrednovanju:

- vrednovanja za učenje
- vrednovanje kao učenje
- vrednovanja naučenoga u kontekstu predmeta, odnosno njegovih pojedinih elemenata vrednovanja.

Učitelji imaju autonomiju i odgovornost izabrati najprikladnije metode i tehnike vrednovanja unutar pojedinih pristupa vrednovanju (ovisno o specifičnostima učenika i škole te određenim situacijskim čimbenicima). U ovom poglavlju daju se okvirne smjernice i preporuke o metodama i tehnikama koje su posebno pogodne za vrednovanje odgojno-obrazovnih ishoda u predmetnome kurikulumu. Preporučene metode i tehnike trebaju omogućiti procjenjivanje ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda na temelju utvrđenih različitih razina ostvarenosti. Učenicima kod kojih su opažena odstupanja u ostvarivanju odgojno-obrazovnih ishoda, potrebno je pružiti odgovarajuću odgojno-obrazovnu podršku radi zadovoljavanja njihovih odgojno-obrazovnih potreba.

Potrebno je odrediti jesu li svi elementi vrednovanja jednakovrijedni pri određivanju zaključne ocjene. Veći/manji težinski udio može se dati određenom elementu vrednovanja (primjerice element A iznosi 50% zaključne ocjene, a elementi B i C po 25%). Težinski udjel koji se daje pojedinim elementima vrednovanja može se razlikovati ovisno o godini učenja i poučavanja predmeta.

Izvješćivanje

Izvješćivanje je informiranje o postignućima i napretku učenika, može biti formalno (izvješće o praćenju, dodatak svjedodžbi, napomena u svjedodžbi, podatci i bilješke u e-Matici) i neformalno (razgovori i razmjena informacija između različitih subjekata u radu s darovitima, npr. mentora i roditelja).

U okviru kurikularnoga sustava izvješćivanje o ostvarenim odgojno-obrazovnim ishodima dobiva drugačiji oblik i svrhu.

Kroz kvalitativne osvrte učitelja nastoji se kvalitetnije i detaljnije opisati ukupnost i kvaliteta postignuća učenika u određenome obrazovnom razdoblju. Ti kvalitativni osvrti trebaju dati točan, konkretan i specifičan opis učenikovih dosadašnjih rezultata i napredovanja u pojedinim predmetima, u odnosu na postavljena očekivanja definirana kurikularnim dokumentima.

Kao brojčani pokazatelj razine ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda definiranih kurikulumom zadržava se ljestvica školskih ocjena od pet stupnjeva. Kao i dosad, zaključna se ocjena izriče brojkom i riječju (nedovoljan – 1, dovoljan – 2, dobar – 3, vrlo dobar – 4, odličan – 5).

Vrednovanje učeničkih postignuća sastavni je dio procesa učenja i poučavanja te treba biti planirano tako da pruži učenicima kontinuiranu, kvalitetnu povratnu informaciju koja će imati motivirajući učinak te omogućiti napredak u učenju.

Više je razloga zašto je vrednovanje izazovan dio odgojno-obrazovnoga procesa:

- učenici većinom uče da bi položili ispit i u pravilu malo nauče izvan konteksta zadatka
- u razredima s velikim brojem učenika velika količina sadržaja koju treba obraditi ostavlja malo vremena za kontinuirano praćenje i kvalitetno, tj. objektivno vrednovanje svakoga učenika
- tradicionalne metode vrednovanja često nisu dostatne da bi se procijenile kompetencije koje nisu isključivo povezane s kognitivnom domenom ili da bi se vrednovalo postignuće onih učenika koji imaju različit stil učenja od uobičajenoga pasivnog auditivnog stila.

S obzirom da različiti pristupi i metode vrednovanja dopuštaju da učenici pokažu što znaju, razumiju i mogu učiniti te da bi vrednovanje odrazilo ciljeve nastavnoga predmeta Kemija, osim vrednovanja naučenoga primjenjuju se i pristupi vrednovanja za učenje i vrednovanja kao učenje.

Vrednovanje za učenje sastoji se od niza aktivnosti kojima je svrha praćenje rada i napredovanja svakoga učenika (formativno vrednovanje). Kontinuirano praćenje rada učenika omogućuje pravovremeno poduzimanje potrebnih mjera kako bi svaki učenik postigao optimalne rezultate. Učestalim povratnim informacijama o svome radu i napredovanju učenici mogu aktivno sudjelovati i kreirati svoj put do željenih razina postignuća.

Metode kojima se provodi vrednovanje za učenje su sljedeće: razgovor, učeničke mape (portfolio), rješavanje problema kao školski i/ili 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 temelji se na ideji da učenici vrednovanjem uče, što nužno podrazumijeva aktivno uključivanje učenika u proces vrednovanja. Pritom učenici razvijaju metakognitivnu svijest o procesu učenja koja omogućuje samoregulaciju učenja. U procesu samoregulacije učenja razvija se samostalnost, samopouzdanje i odgovornost, što su ciljevi učenja i poučavanja Kemije.

Metode kojima se provodi vrednovanje kao učenje su sljedeće: samoanaliza, samovrednovanje i postupci kojima razredni kolege vrednuju rad skupine ili para.

Vrednovanje naučenoga podrazumijeva procjenu razine usvojenosti znanja, vještina i vrijednosti na kraju određenoga obrazovnog razdoblja u odnosu na predmetnim kurikulumom definirane odgojno-obrazovne ishode (sumativno vrednovanje). Kriteriji vrednovanja učeničkih postignuća temelje se na razinama ostvarenosti ishoda postavljenima u kurikulumu nastavnoga predmeta Kemija. Kriterijima se određuje što svaki učenik mora znati i moći učiniti za pojedinu školsku ocjenu te što učenici trebaju pokazati kako bi mogli prijeći u viši razred ili na višu obrazovnu razinu. Kriterijsko vrednovanje omogućuje usuglašavanje kriterija ocjenjivanja, čime se povećava objektivnost ocjenjivanja na nacionalnoj razini.

Metode vrednovanja naučenoga su sljedeće: usmena i pisana provjera, vrednovanje praktičnoga i/ili projektnoga rada, laboratorijski izvještaj, eseji i dr.

Vrednovanje naučenoga provodi i osmišljava učitelj, a osim toga unutarnjeg vrednovanja može se provoditi hibridno i vanjsko vrednovanje. Vanjsko vrednovanje provodi se u obliku ispita državne mature, a hibridno vrednovanje predstavlja spoj unutarnjega i vanjskoga vrednovanja u kojemu ispitni centar sastavlja sadržajno i metodološki provjerene zadatke, a učitelj se njima koristi i dobiva konkretne povratne informacije o rezultatu svojih učenika. Tim se rezultatima može koristiti za praćenje učenika (bilježeći ocjenu ili napomenu u bilješkama).

Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje mogu, ali ne moraju, rezultirati brojčanom oznakom (ocjenjivanjem), no vrednovanje naučenoga kao ishod ima brojčanu oznaku (ocjenu).

Osim navedenoga, osigurava se procjena određenih čimbenika učenja i rada koji se smatraju elementima temeljnih kompetencija. To su:

- odgovornost (ispunjava svoje obveze i izvršava zadatke, zadaće i radove u skladu s dogovorom; poštuje rokove; preuzima odgovornost za vlastito učenje i ponašanje u školskome okružju; ulaže trud i ustraje u učenju i radu)
- samoinicijativnost i samoregulacija (samostalno uči; rješava zadatke i izvršava aktivnosti; ispunjava obveze uz minimalne poticaje učitelja; iskorištava vrijeme na satu za rad i učenje; planira, prati i regulira vlastito učenje)
- komunikacija i suradnja (uspješno komunicira i surađuje s drugim učenicima i učiteljem).

Predmetni kurikulum Kemije stavlja u fokus razvijanje prirodosnanstvenoga pristupa istraživanju, tj. zapažanje, opisivanje, analiziranje, povezivanje i primjenu temeljnih koncepata kemije. Ciljevi učenja i poučavanja Kemije, osim stjecanja znanja, razvoj su vještina rješavanja problema, razvijanje inovativnosti i kreativnosti. Naglasak je stavljen na proces stjecanja znanja i vještina, a ne samo na nastavne sadržaje.

Stoga je važno koristiti se metodama vrednovanja i ocjenjivanja:

- koje daju povratne informacije o stupnju usvojenosti vještina koje učenici uspiju razviti, kao što je ispravno korištenje priborom i kemikalijama, uspješno praćenje uputa, prikupljanje i interpretacija rezultata, istraživanje i prezentacija informacija na organizirani način

– koje su usmjerene vrednovanju kognitivnih procesa više razine (razumijevanje, analiza podataka ili rezultata, sinteza, primjena, procjena, donošenje zaključaka, kritičko mišljenje), čime potiču razvoj konceptualnoga i proceduralnoga znanja.

Prosudbe o postignuću učenika i dodijeljene ocjene grupiraju se u tri elementa ocjenjivanja, od kojih su obvezna prva dva: *usvojenost kemijskih koncepata* i *prirodoznanstvene kompetencije*. Naziv i sadržaj trećega elementa ocjenjivanja učitelj ima slobodu formulirati i izabrati tako da odražava njegove specifične zahtjeve u učenju i poučavanju Kemije.

Usvojenost kemijskih koncepata kao element ocjenjivanja podrazumijeva prosudbe o znanju i razumijevanju koncepata, pojmova, činjenica i postupaka u kemiji.

Prirodoznanstvene kompetencije podrazumijevaju prosudbe o vještinama povezivanja rezultata pokusa s konceptualnim spoznajama, primjenu matematičkih vještina i uočavanje zakonitosti uopćavanjem podataka.

Brojčane i opisne ocjene dobivene vrednovanjem za učenje i samovrednovanjem mogu se unositi u bilješke o radu i napredovanju učenika. Zaključna ocjena treba odražavati ono što je učenik dominantno pokazao u vrednovanju naučenoga u pojedinim elementima, ali i znanja i vještine procijenjene u vrednovanju kao učenje i za učenje. Ukoliko se učitelj odluči za dva elementa ocjenjivanja, predlaže se da oba ravnopravno sudjeluju u izvođenju zaključne ocjene. U slučaju izbora triju elemenata ocjenjivanja predlaže se da usvojenost kemijskih koncepata nosi 40 % ocjene, koliko i prirodnoznanstvene kompetencije, a ostatak od 20 % čini treći element ocjenjivanja po izboru učitelja. Ukoliko učitelj odluči drugačije od predloženoga, težinski udjel trećega elementa ocjenjivanja (onaj po izboru učitelja) ne smije prevagnuti utjecaj usvojenosti kemijskih koncepata i prirodnoznanstvene kompetencije.