

OŠ  
/ GM

KURIKULUM NASTAVNOGA PREDMETA

# Kemija

ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE



Ministarstvo znanosti i  
obrazovanja

ŠKOLA  
za život

Kurikulum nastavnog predmeta Kemija za osnovne škole i gimnazije

Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Kemije za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj objavljena je u Narodnim novinama, broj 10/2019., 29. siječnja 2019. godine.

Nakladnik: Ministarstvo znanosti i obrazovanja

Za nakladnika: prof. dr. sc. Blaženka Divjak, ministrica

Grafičko oblikovanje: Leonardo media d.o.o.

ISBN: 978-953-8103-57-5

Kurikulum nastavnoga predmeta Kemija čine ovaj glavni dokument te prilozi:

**PRILOG**  
**1.**

Odgajno-obrazovni ishodi, razrade ishoda, razine usvojenosti i preporuke za ostvarenje odgajno-obrazovnih ishoda po razredima i domenama

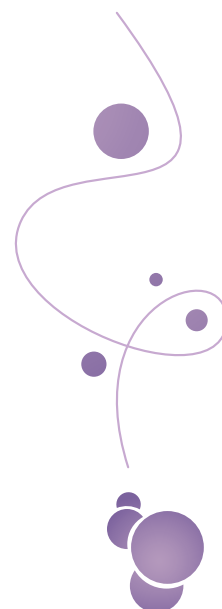
**PRILOG**  
**2.**

Prikaz godišnjeg broja sati i oblika izvođenja nastavnoga predmeta Kemija u osnovnoj školi i gimnazijama

**PRILOG**  
**3.**

Popis preporučenih kvalifikacija za učitelje i nastavnike Kemije

A/ SVRHA I OPIS PREDMETA .....	5
B/ ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA .....	6
C/ STRUKTURA – ORGANIZACIJSKA PODRUČJA PREDMETNOG KURIKULUMA .....	6
D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI, SADRŽAJI I RAZINE USVOJENOSTI PO RAZREDIMA I KONCEPTIMA .....	9
<b>ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI U OSNOVNOJ ŠKOLI</b> .....	9
OSNOVNA ŠKOLA KEMIJA 7. RAZRED .....	10
OSNOVNA ŠKOLA KEMIJA 8. RAZRED .....	17
<b>ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI U GIMNAZIJI</b> .....	23
GIMNAZIJA KEMIJA 1. RAZRED .....	24
GIMNAZIJA KEMIJA 2 RAZRED .....	31
GIMNAZIJA KEMIJA 3. RAZRED .....	36
GIMNAZIJA KEMIJA 4. RAZRED .....	41
E/ POVEZANOST S DRUGIM PREDMETIMA I MEĐUPREDMETNIM TEMAMA .....	50
F/ UČENJE I POUČAVANJE PREDMETA .....	52
G/ VREDNOVANJE USVOJENOSTI ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA .....	58
PRILOG 1: ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI, RAZRADE ISHODA, RAZINE USVOJENOSTI I PREPORUKE ZA OSTVARENJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA PO RAZREDIMA I DOMENAMA .....	63
PRILOG 2: PRIKAZ GODIŠNJEG BROJA SATI I OBLIKA IZVOĐENJA NASTAVNOGA PREDMETA KEMIJA U OSNOVNOJ ŠKOLI I GIMNAZIJAMA .....	107
PRILOG 3: POPIS PREPORUČENIH KVALIFIKACIJA ZA UČITELJE I NASTAVNIKE KEMIJE .....	109







# 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 predočiti 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 putem složenih kognitivnih procesa percepcije (opažanja), znanstvene komunikacije (prikazivanje opaženoga i rasprava) te rasuđivanja (analiza rasprave, vrednovanje i donošenja zaključaka). Kemijski pokus obuhvaća sve navedene kognitivne procese, stoga je kao dio iskustvenoga učenja temeljna nastavna aktivnost. Učeći kemiju, učenici osim kemijskih spoznaja koja su temelj razumijevanja pojava u živome i neživome svijetu na molekulskoj razini razvijaju sposobnost kritičkoga mišljenja o sebi samima 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 postupan 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.

A

D

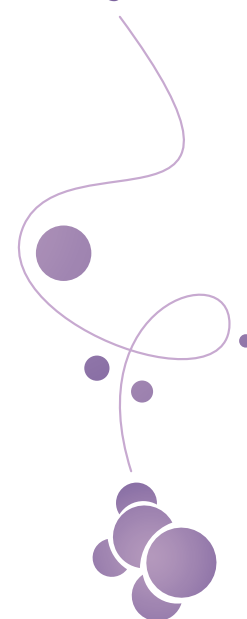
I

M

E

K

5



# 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 preuvjeta za razvijanje samostalnosti, samopouzdanja, inovativnosti, odgovornosti i kreativnosti.

# C/ Struktura – organizacijska područja predmetnog kurikulumuma

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):

**A/ TVARI**

**B/ PROMJENE I PROCESI**

**C/ ENERGIJA**

**D/ PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP.**

Tri koncepta, Tvari, Promjene i procesi, Energija, proizašla su iz makrokonceptata prirodoslovnog 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 Prirodoznanstveni 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, produblјivanje 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 budućeg 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 Prirodoznanstveni pristup, kratko su opisani u sljedećim odlomcima:**

## A/ 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 njihovom 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 omogućavaju 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.

## B/ 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 proceduralnog 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 unutarmolekulskih i izvanmolekulskih (čestičnih) međudjelovanja povezano je s konceptom Energija, a pretvorba jedne vrste tvari u drugu s konceptom Tvari.

## C/ ENERGIJA

Svaki uzorak tvari sadrži određenu unutarnju energiju. U uzorku se čestice gibaju (kine-  
tička 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.

## D/ PRIRODOZNA NSTVENI PRISTUP

Kemija kao prirodna znanost doprinosi povijesnom i tehnološkom 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 općenitog prirodoznan-  
stvenog 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 Prirodoznanstvenog 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 omogućavaju inter-  
pretaciju rezultata. Prirodoznanstveni pristup, unutar njemu nadređene prirodoslovne  
pismenosti, nužno prožima i temeljna znanja triju kemijskih koncepata: Tvari, Promjene  
i procesi te Energija.





# Odgojno-obrazovni ishodi, sadržaji i razina ostvarenosti po razredima i konceptima

U tekstu kurikulumu nalazi se opis ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda na razini *dobar*, a opis svih četiriju razina – *zadovoljavajuća, dobra, vrlo dobra i iznimna*, nalazi se u metodičkim priručnicima predmetnoga kurikulumu 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 pozitivnog stava prema toj znanosti, pri čemu je važno da navedena znanja budu korisna u svakodnevnome životu. U osnovnim školama kemija se uči i poučava u okviru nastavnog 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 omogućava 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 kurikulumske 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 redosljedu 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 dubinskog razumijevanja koncepta predmetnog kurikulumu.

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 navedenog 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.

## 7. RAZRED

### A / TVARI

#### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI KEM OŠ A.7.1.

Istražuje svojstva  
i vrstu tvari.

#### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.

#### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI KEM OŠ A.7.2.

Primjenjuje kemijsko  
nazivlje i simboliku  
za opisivanje  
sastava tvari.

#### RAZRADA ISHODA

- Navodi definicije atoma, kemijskog elementa, izotopa i elementarne tvari.
- Opisuje građu atoma.
- Razlikuje protonski od nukleonskog broja.
- Opisuje strukturu periodnog sustava elemenata.
- Piše simbole kemijskih elemenata prve četiri periode 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 periodnom sustavu elemenata.
- Prikazuje kemijskim formulama elementarne tvari i binarne kemijske spojeve (oksidi, kloridi, bromidi, jodidi, sulfidi) koristeći valencije atoma i indekse.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Razlikuje značenja simboličkih prikaza kemijskih elemenata, elementarnih tvari i spojeva

---

## ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI KEM OŠ A.7.3.

Kritički razmatra  
upotrebu tvari  
i njihov utjecaj  
na čovjekovo  
zdravlje i okoliš.

### RAZRADA ISHODA

- Kritički razmatra upotrebu anorganskih i organskih tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš te metode njihova zbrinjavanja i odlaganja u okolišu.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- 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, magnetičnost, 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 prve četiri periode 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, hidrokoksidi, 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 svakodnevnog 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, redosljedom prema 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).

A  
J  
M  
E  
K



## B / PROMJENE I PROCESI

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI KEM OŠ B.7.1.

Analizira fizikalne  
i kemijske promjene.

#### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje različite fizikalne i kemijske promjene te s pomoću rezultata pokusa objašnjava njihove utjecaje na okoliš.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI KEM OŠ B.7.2.

Istražuje razliku  
u brzinama  
različitih promjena.

#### RAZRADA ISHODA

- Uočava da se fizikalne i kemijske promjene događaju različitim brzinama.
- Navesti primjere kemijskih reakcija iz svakodnevnoga života koje se odvijaju različitim brzinama.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- 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 svakodnevnog 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: Fe + HCl (željezna žica i HCl, tehnička klorovodična kiselina)
  - Sporija: Fe + 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 / ENERGIJA

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI KEM OŠ C.7.1.

Analizira izmjenu energije između sustava i okoline.

#### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje fizikalne i kemijske promjene tijekom kojih dolazi do izmjene energije između sustava i okoline na primjerima iz svakodnevnoga života.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI KEM OŠ C.7.2.

Povezuje promjene energije unutar promatranog sustava s makroskopskim promjenama.

#### RAZRADA ISHODA

- Opisuje pretvorbu energije na primjerima fizikalnih i kemijskih promjena iz svakodnevnoga života.
- Povezuje promjene energije unutar promatranoga sustava s makroskopskim promjenama.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje različite pretvorbe energije na primjerima iz svakodnevnoga života i u okolišu.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI KEM OŠ C.7.3.

Procjenjuje učinkovitost i utjecaj različitih izvora energije na okoliš.

#### RAZRADA ISHODA

- Opisuje prednosti i nedostatke različitih izvora energije.
- Uspoređuje različite izvore energije i njihov utjecaja na okoliš.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- 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 svakodnevnog života.
  - Sve sadržaje iz ovog 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 će se s vremenom 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 / PRIRODOZNAKSTVENI PRISTUP

---

### ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI KEM OŠ D.7.1.

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

### RAZRADA ISHODA

- 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 konceptata Tvari, Promjene i procesi, Energija.
  - Ispituje pokusom zakon o očuvanju mase.
- 

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Uz učiteljevu pomoć oblikuje istraživačko pitanje i izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio istraživanja.
-

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**  
**KEM OŠ D.7.2.**

Primjenjuje  
matematička znanja  
i vještine.

**RAZRADA ISHODA**

- 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.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Rješava zadatke vezane uz sastav smjese, zakon o očuvanju mase i broj subatomske čestice.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**  
**KEM OŠ D.7.3.**

Uočava zakonitosti  
uopćavanjem  
podataka prikazanih  
tekstom, crtežom  
modelima, tablicama  
grafovima.

**RAZRADA ISHODA**

- 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.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- 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).

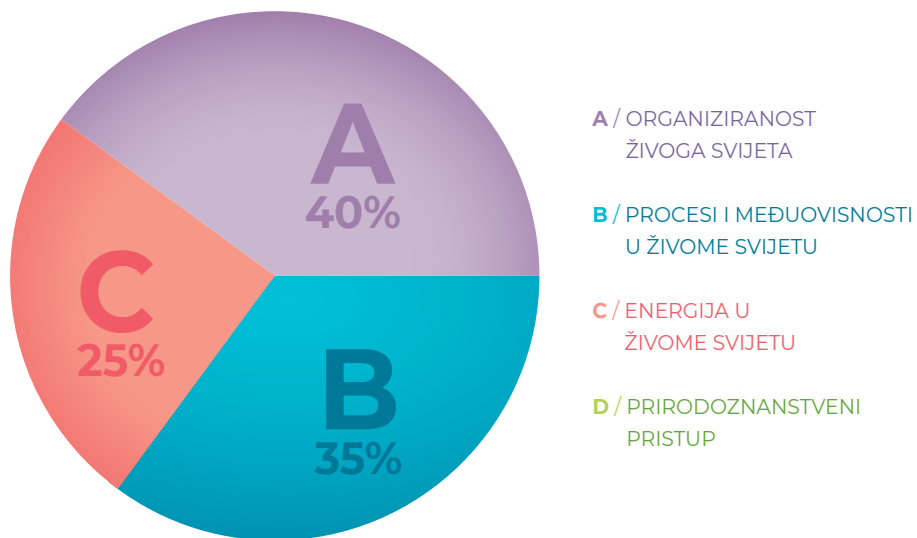
---

**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 traženog podatka.
- Mjerenje mase, temperature i volumena može se provoditi u sklopu realizacije velikog broja sadržaja (primjerice gustoća, topljivost).
- Postupke razdvajanja sastojaka iz smjese učitelj može koristiti u sklopu 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 Prirodnoznanstvenog pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.



**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM OŠ A.8.1.**

Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari.

**RAZRADA ISHODA**

- Razlikuje molekule elementarne tvari i kemijskoga spoja te ione (katione, anione).
- Određuje valencije atoma na temelju položaja kemijskog elementa u periodnom 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.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Razlikuje značenja simboličkih prikaza.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM OŠ  
A.8.2.**

Povezuje građu tvari s njihovim svojstvima.

**RAZRADA ISHODA**

- 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.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava čestičnu građu i svojstva tvari.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM OŠ  
A.8.3.**

Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

**RAZRADA ISHODA**

- Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- 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 (kiseline, 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 svakodnevnom životu na primjeru natrijeva klorida, kalcijeva karbonata i bakrova(II) sulfata pentahidrata (ili na primjerima prema 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 prekomjernog konzumiranja alkohola na ljudsko zdravlje.
- Kruženje ugljika u prirodi povezati s uporabom fosilnih goriva i posljedicama na okoliš.

---

## B / PROMJENE I PROCESI

### ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI KEM OŠ B.8.1.

Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje promjena.

### RAZRADA ISHODA

- 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.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje fizikalne i kemijske promjene kemijskim nazivljem i simbolikom.
-

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM OŠ  
B.8.2.**

Analizira vrste  
kemijskih reakcija.

**RAZRADA ISHODA**

- Objašnjava kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih tvari.
- Objašnjava kemijske promjene na primjerima reakcija organskih tvari.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Opisuje kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM OŠ  
B.8.3.**

Analizira brzine  
kemijskih promjena.

**RAZRADA ISHODA**

- Analizira brzine različitih kemijskih promjena.
- Istražuje utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije.
- Objašnjava ulogu enzima (biokatalizatori).

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Uspoređuje brzine različitih promjena anorganskih i organskih tvari te utjecaj čimbenika na brzinu kemijske promjene.

---

**SADRŽAJ**

- Kemijske promjene na primjerima slijeda reakcija anorganskih tvari:
- nemetal → 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 / ENERGIJA

---

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI **KEM OŠ C.8.1.**

Analizira izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na čestičnoj razini.

#### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI *DOBAR NA KRAJU RAZREDA*

- Opisuje promjene pri pretvorbi i izmjeni energije tijekom fizikalnih i kemijskih promjena.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI **KEM OŠ C.8.2.**

Procjenjuje učinkovitost i utjecaj različitih izvora energije na okoliš.

#### RAZRADA ISHODA

- 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 energetske učinkovitosti.
- Analizira utjecaj izvora energije na okoliš te uzroke i posljedice trošenja ozona u atmosferi.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI *DOBAR NA KRAJU RAZREDA*

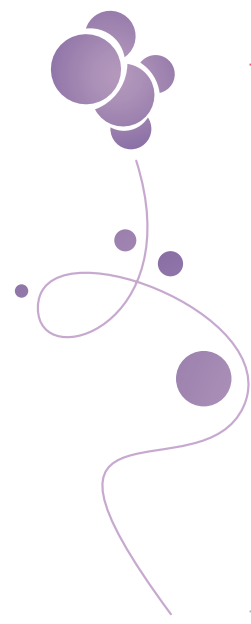
- Objašnjava energetske učinkovitost različitih izvora energije i njihov utjecaj na okoliš.

### 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 / PRIRODOZNAANSTVENI PRISTUP

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### KEM OŠ D.8.1.

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama.

### RAZRADA ISHODA

- Izvodi pokuse u okviru koncepata Tvari, Promjene i procesi, Energija.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio istraživanja.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### KEM OŠ D.8.2.

Primjenjuje matematička znanja i vještine.

### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Rješava zadatke vezane uz broj subatomske čestice u ionu, relativnu molekulsku masu i maseni udio pojedinih vrsta atoma u spoju.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### KEM OŠ D.8.3.

Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.

### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinatne osi.

## SADRŽAJ

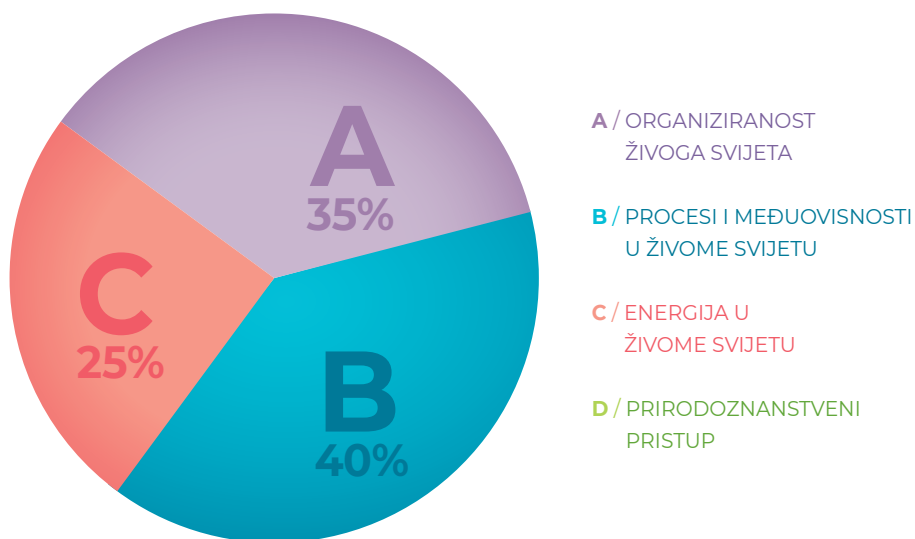
- Odabrani pokusi u okviru koncepata odnose se na kemijske reakcije nemetala, metala, oksida nemetala i metala, kiselina, lužina, soli, neutralizaciju, gorenje (npr. sumpora, magnezija, ugljikovodika, alkohola, drveta), alkoholno i octeno-kiselno vrenje, dokazivanje glukoze, škroba i proteina.
- Čestičnim 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 podatke dobivene pokusom organizira i prikazuje tablicama i grafikonima, grafički prikazuje podatke iz tablice i iz grafičkog 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 (fossilna goriva, alternativni izvori energije). Moguće je provesti kroz projektnu nastavu.

## PRIJEDLOG ZASTUPLJENOSTI SVAKOG KONCEPTA U 8. RAZREDU OSNOVNE ŠKOLE



Postotni udio Prirodnoznanstvenog pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.

# ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI U GIMNAZIJAMA

## UVODNE NAPOMENE

U općim, jezičnim i prirodoslovno matematičkim gimnazijama kemija se uči i poučava u okviru nastavnog plana u trajanju od 70 sati po godini učenja, dok se u prirodoslovnim gimnazijama poučava kao predmet Kemija s vježbama u okviru nastavnog 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 kurikulumske 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 redosljedu 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 dubinskog razumijevanja koncepta predmetnog kurikuluma.

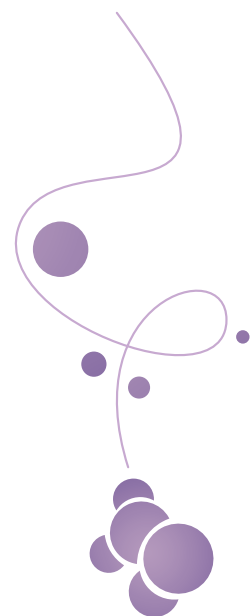
Kratice KEM SŠ A.1.1. ili KEM SŠ D.3.2., i sl. označavaju redom: koncept kojemu ishod pripada (A – Tvari, B – Promjene i procesi, C – Energija, D – Prirodosnanstveni pristup), razred srednje škole te redni broj odgojno-obrazovnih ishoda koji se poučava unutar navedenog koncepta.

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 kemiji prilagođen svakoj od njih tako da se imalo 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 četiri preostale ponuđene teme (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.

## 1. RAZRED

### A / TVARI

#### ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI KEM SŠ A.1.1.

Analizira svojstva, sastav i vrstu tvari.

#### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.

#### ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI KEM SŠ A.1.2.

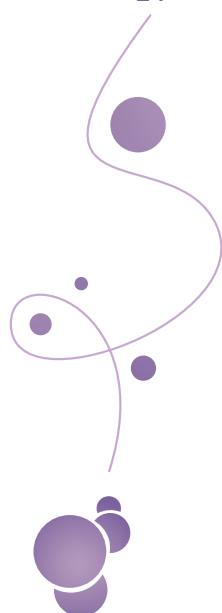
Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari.

#### RAZRADA ISHODA

- Prikazuje Lewisovom simbolikom atome, molekule i ione.
- Imenuje i kemijskim formulama prikazuje anorganske spojeve te odabrane organske spojeve. Uspoređuje empirijsku i molekulsku formulu spoja.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Razlikuje značenje simboličkih prikaza potrebnih za opisivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava tvari.





---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM ŠŠ A.1.3.**

Povezuje građu  
tvari s njihovim  
svojstvima.

**RAZRADA ISHODA**

- 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.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Objašnjava čestičnu građu i svojstva tvari.

---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM ŠŠ A.1.4.**

Kritički razmatra  
upotrebu tvari  
i njihov utjecaj  
na okoliš.

**RAZRADA ISHODA**

- Kritički razmatra upotrebu anorganskih i organskih tvari e njihov utjecaj na okoliš.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- 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 / PROMJENE I PROCESI

---

### ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHODI KEM SŠ B.1.1.

Objašnjava vrste  
i svojstva  
kemijskih veza.

### RAZRADA ISHODA

- 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.
- 

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- 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.
- 



---

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM ŠŠ B.1.2.**

**Analizira fizikalne  
i kemijske promjene.**

**RAZRADA ISHODA**

- 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.

---

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- 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.



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI **KEM ŠŠ C.1.1.**

Povezuje potencijalnu energiju s kemijskim vezama između atoma unutar molekule te s međučestičnim djelovanjima.

#### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje unutarnju energiju sustava i potencijalnu energiju sadržanu u kemijskim vezama te međučestičnim djelovanjima.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI **KEM ŠŠ C.1.2.**

Povezuje kinetičku energiju s prosječnom brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu te s temperaturom.

#### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje kinetičku energiju s brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI **KEM ŠŠ C.1.3.**

Povezuje svojstva tvari s vrstom kemijske veze i međučestičnim djelovanjima.

#### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- 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 se ne mora koristiti strukturnim formulama.
- Učenici istražuju utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije: površina reaktanta, agregacijsko stanje, kvantitativni sastav reakcijske smjese, temperatura, katalizatori.

## D / PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### KEM SŠ D.1.1.

Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama.

### RAZRADA ISHODA

- Izvodi zaključke na temelju rezultata pokusa.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### KEM SŠ D.1.2.

Primjenjuje matematička znanja i vještine.

### RAZRADA ISHODA

- Primjenjuje matematička znanja i vještine za osnovni kemijski račun.
- Izračunava množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija.
- Izračunava empirijsku i molekulsku formulu spoja.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Rješava zadatke koristeći jednostavne matematičke izraze.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### KEM SŠ D.1.3.

Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.

### RAZRADA ISHODA

- Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstem, 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.
- Prikazuje grafički promjene agregacijskih stanja tvari ovisno o temperaturi i tlaku.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinatne osi.



---

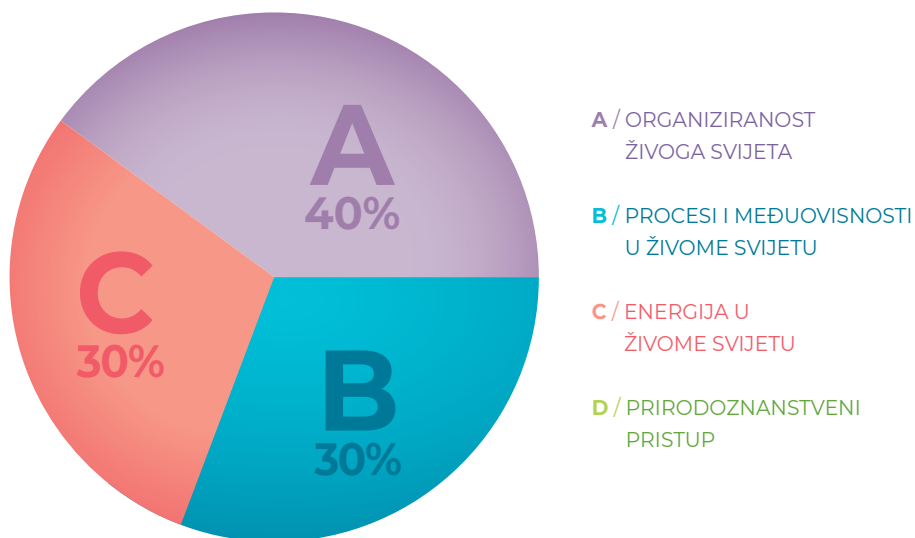
## SADRŽAJ

- 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 SVAKOG KONCEPTA U 1. RAZREDU GIMNAZIJA



Postotni udio Prirodnoznanstvenog pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM SŠ A.2.1.**

Analizira svojstva, sastav i vrstu tvari.

**RAZRADA ISHODA**

- Uspoređuje svojstva metala i nemetala, oksida metala i nemetala, kiselina, baza, soli te svojstva ugljikovodika i halogenalkana.
- Uspoređuje otopine po sastavu i svojstvima.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Uspoređuje tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM SŠ A.2.2.**

Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari.

**RAZRADA ISHODA**

- Prikazuje čestičnu građu oksida, kiselina, baza, soli, ugljikovodika i halogenalkana.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Razlikuje značenja simboličkih prikaza u okviru koncepta.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM SŠ A.2.3.**

Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš.

**RAZRADA ISHODA**

- Kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- 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 su: alkani, halogenalkani, alkeni, alkini.

A

B

M

E

K

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI KEM SŠ B.2.1.

Analizira brzine  
različitih promjena.

#### RAZRADA ISHODA

- Analizira brzinu kemijske promjene i djelovanje čimbenika koji utječu na brzinu promjene.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Uspoređuje brzine različitih promjena anorganskih i organskih tvari na osnovi podataka o utjecaju različitih čimbenika na brzinu promjena.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI KEM SŠ B.2.2.

Analizira kemijske  
promjene  
anorganskih i  
organskih tvari.

#### RAZRADA ISHODA

- 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.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- 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.





### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI **KEM SŠ C.2.1.**

Povezuje promjene s pretvorbom energije unutar sustava.

#### RAZRADA ISHODA

- Opisuje promjene energije prilikom kidanja i nastajanja kemijskih veza i međudjelovanjima čestica (promjene agregacijskih stanja, sinteza iz kemijskih elemenata, gorenje, atomizacija...).
- Povezuje promjene s pretvorbama različitih oblika energije:
  - potencijalna energija
  - (međudjelovanja) u kinetičku (gibanje).

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI **DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Opisuje pretvorbe različitih oblika energije unutar promatranoga sustava.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI **KEM SŠ C.2.2.**

Analizira izmjenu energije između sustava i okoline i povezuje ih s promjenama tijekom kemijske reakcije.

#### RAZRADA ISHODA

- 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).

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI **DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- 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.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI **KEM SŠ D.2.1.**

Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama.

### RAZRADA ISHODA

- 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.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI **KEM SŠ D.2.2.**

Primjenjuje matematička znanja i vještine.

### RAZRADA ISHODA

- 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.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Koristeći matematičke izraze rješava zadatke.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI **KEM SŠ D.2.3.**

Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.

### RAZRADA ISHODA

- 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.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinatne osi.

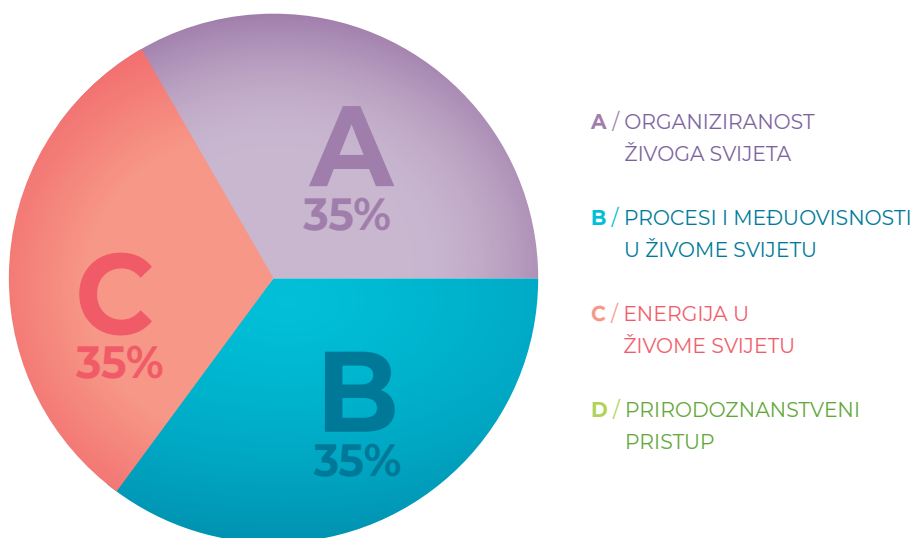
### SADRŽAJ

- 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 Prirodnoznanstvenog 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 doseg 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 SVAKOG KONCEPTA U 2. RAZREDU GIMNAZIJA



Postotni udio Prirodnoznanstvenog pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.

**ODGOJNO-  
OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM SŠ A.3.1.**

Istražuje svojstva, sastav i vrstu tvari

**RAZRADA ISHODA**

- Navodi definicije kiselina i baza po Arrheniusu, Brønsted-Lowryju i Lewisu.
- Navodi definiciju i svojstva pufera. Uspoređuje kiseline, baze i puferne po sastavu, vrsti i svojstvima. Uspoređuje organske tvari po sastavu, vrsti i svojstvima.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.

**ODGOJNO-  
OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM SŠ A.3.2.**

Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari.

**RAZRADA ISHODA**

- Jednadžbom kemijske reakcije prikazuje promjene i procese unutar koncepta.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- Razlikuje značenja simboličkih prikaza u okviru koncepta.

**ODGOJNO-  
OBRAZOVNI  
ISHODI  
KEM SŠ A.3.3.**

Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

**RAZRADA ISHODA**

- Kritički razmatra upotrebu tvari u okviru koncepta i njihov utjecaj na okoliš.

**ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA**

- 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 prethodnom 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.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI KEM SŠ B.3.1.

Analizira brzine  
različitih promjena.

#### RAZRADA ISHODA

- Uspoređuje brzine kemijskih promjena anorganskih i organskih tvari na temelju podataka o utjecaju katalizatora (inhibitora).

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Uspoređuje brzine promjena na temelju utjecaja čimbenika na brzinu kemijske promjene.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI KEM SŠ B.3.2.

Procjenjuje utjecaj  
čimbenika na sastav  
reakcijske smjese  
u ravnotežnom  
sustavu.

#### RAZRADA ISHODA

- Uspoređuje uvjete dinamičke ravnoteže sustava obzirom na načine mijenjanja stanja ravnoteže.
- Uspoređuje djelovanje čimbenika na ravnotežno stanje.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje položaj dinamičke ravnoteže sustava te načine mijenjanja stanja ravnoteže u promatranome sustavu.

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI KEM SŠ B.3.3.

Analizira kemijske  
promjene na  
primjerima reakcija  
anorganskih i  
organskih tvari.

#### RAZRADA ISHODA

- 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.
- Objašnjava hidrolizu soli s pomoću teorija o kiselinama i bazama.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te opisuje njihov utjecaj na okoliš.

## 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 (procesu u galvanjskim 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 / ENERGIJA

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI

#### KEM SŠ C.3.1.

Analizira promjene u elektrokemijskim člancima.

### RAZRADA ISHODA

- Uspoređuje promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza. Povezuje shematski prikaz elektrokemijskoga članka s reakcijama u polučlancima.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI

#### KEM SŠ C.3.2.

Povezuje množinu izlučene tvari na elektrodama s količinom naboja.

### RAZRADA ISHODA

- Piše matematički izraz za Faradayev zakon elektrolize. Objasnjava povezanost Faradayeve konstante s nabojem elektrona.
- Povezuje množinu izlučene tvari s množinom elektrona.

#### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Primjenjuje Faradayev zakon elektrolize pri rješavanju jednostavnijih problema.

## SADRŽAJ

- Standardna vodikova elektroda i standardni redukcijski elektrodni potencijal, elektrokemijski (Voltin) niz.
- Galvanski članak, razlika potencijala galvanskog 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 taljevine ili vodenih otopina soli).
- Primijeniti Faradayev zakon za izračunavanje promjene množine tvari na elektrodama u jednome članku ili serijski spojenim člancima.

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**  
**KEM SŠ D.3.1.**

Povezuje  
rezultate pokusa  
s konceptualnim  
spoznajama.

### RAZRADA ISHODA

- Objašnjava reakcije anorganskih i organskih tvari temeljem 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.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Izvodi pokuse te prikupljene podatke prikazuje u obliku izvješća.
- 

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**  
**KEM SŠ D.3.2.**

Primjenjuje  
matematička znanja  
i vještine.

### RAZRADA ISHODA

- 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.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Rješava zadatke koristeći jednostavne matematičke izraze.
- 

**ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI**  
**KEM SŠ D.3.3.**

Uočava zakonitosti  
uopćavanjem  
podataka  
prikazanih crtežima,  
grafikonima i  
tablicama.

### RAZRADA ISHODA

- 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.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Koristi se crtežima za prikazivanje građe tvari te podatke prikazuje tablično ili grafovima pravilno označavajući koordinatne osi.
- 

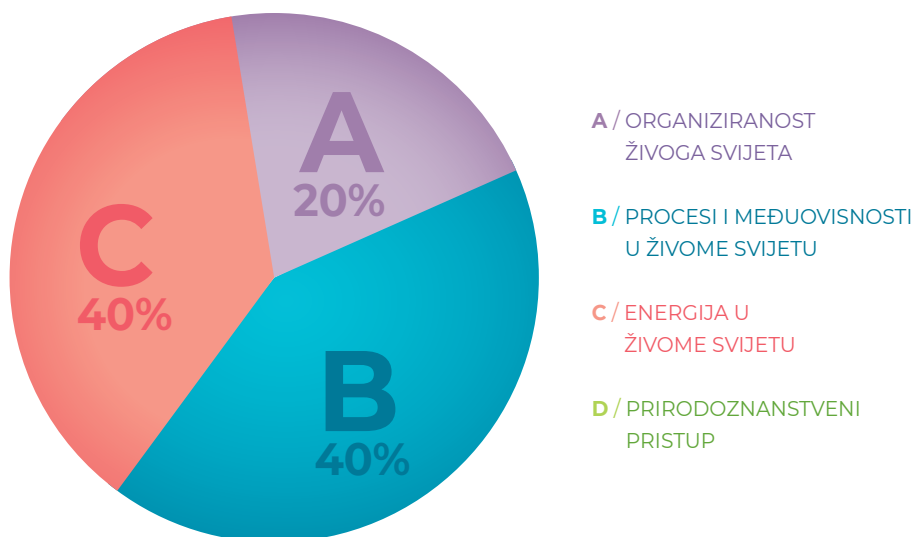
## SADRŽAJ

- Iskorištenje reakcija.
  - Srednja brzina kemijske reakcije. Utjecaj katalizatora i inhibitora na brzinu reakcija.
  - pH-vrijednost 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 SVAKOG KONCEPTA U 3. RAZREDU GIMNAZIJA



40

Postotni udio Prirodnoznanstvenog pristupa uključen je unutar tri preostala koncepta.



ODGOJNO-  
-OBRAZOVNI  
ISHODI

## 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.

## RAZRADA ISHODA

- Opisuje Bohrov model atoma.
- Povezuje građu elektronskoga omotača s položajem kemijskog 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 elektronskog 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. Uspoređuje emisijske i apsorpcijske spektre atoma i molekula.
- Aalizira podatke spektroskopskih prikaza.
- Piše jednadžbe  $\alpha$ - i  $\beta$ -radioaktivnog raspada.

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI  
USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- Opisuje kvantnomehanički model atoma i raspored elektrona u elektronskome omotaču na temelju položaja kemijskog 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 jednostavne matematičke izraze 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.

## SADRŽAJ

- Povijest otkrića modela atoma, kvantno mehanički model atoma, apsorpcija i emisija elektromagnetskoga zračenja, elektronska konfiguracija, raspored elektrona u elektronskom omotaču neutralnih i nabijenih atoma, atomski spektri, izotopi, izobari,  $\alpha$ - i  $\beta$ -radioaktivni raspad.

A

B

C

D

E

F

41



---

## 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 kvalitativnog određivanja sastava smjesa preporučuje se, primjerice, odraditi bojenje plamena vodenim otopinama soli i halogenalkanima.
- 

## B / TEMA KEMIJA OKOLIŠA

---



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI 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 tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.

### RAZRADA ISHODA

- 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.
- Prikazuje grafički i analizira podatke dobivene fizikalno-kemijskim mjerenjima (kiselinsko-bazne titracije, kinetička mjerenja, kalorimetrijska mjerenja...).
- Uopćava podatke dobivene analizom uzoraka vode, zraka i tla.

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- 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 jednostavne matematičke izraze te izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa.
  - Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstem, tablicama i grafovima.
  - Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu.
-

---

## SADRŽAJ

- Kemija atmosfere, osnovni sastav čistog 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 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 povijesnog i suvremenog 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.

A

U

M

E

K

### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### 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.

### RAZRADA ISHODA

- 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 konceptata Tvari, Promjene i procesi, Energija.
- Primjenjuje stehiometrijske odnose množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija u okviru tema.
- Prikazuje modelima čestičnu građu tvari. Prikazuje grafički i analizira podatke dobivene fizikalno-kemijskim mjerenjima (kiselinsko-bazne titracije, kinetička mjerenja, kalorimetrijska mjerenja...)

---

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- 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 jednostavne matematičke izraze 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.

---

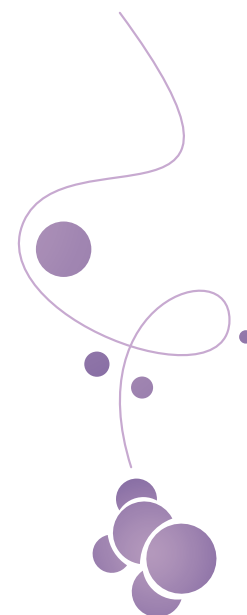
## SADRŽAJ

- 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 kisela 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), obraditi razine 3D strukture proteina, povezati strukturu proteina s njihovom funkcijom.
- 



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### 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

### RAZRADA ISHODA

- 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.
- Prikazuje grafički i analizira podatke dobivene fizikalno-kemijskim mjerenjima (kiselinsko-bazne titracije, kinetička mjerenja, kalorimetrijska mjerenja...).

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- 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 jednostavne matematičke izraze 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 fulerena, 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 koje 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.
- 



### ODGOJNO- -OBRAZOVNI ISHODI

#### 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 utjecaji 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 tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima.

### RAZRADA ISHODA

- 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.

### ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI USVOJENOSTI DOBAR NA KRAJU RAZREDA

- 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 jednostavne matematičke izraze te izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa.
- Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstem, 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 disperznog sredstva, međudjelovanja čestica koloida, načini dobivanja čestica koloidne veličine, stabilnost koloida, agregacija, peptizacija, načini stabilizacije koloida (elektrostatska i sterička stabilizacija), destabilizacija koloida.

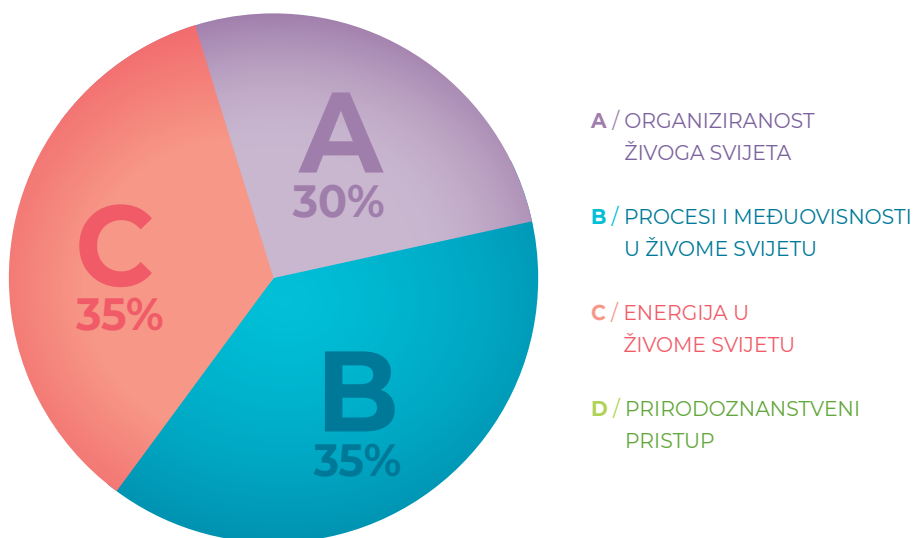


---

## 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 SVAKOG KONCEPTA U 4. RAZREDU GIMNAZIJA



Postotni udio Prirodnoznanstvenog 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 međudisciplinarnom 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 omogućava razumijevanje razvoja društva
- **Etikom:** omogućava povezanost s etičkim pitanjima znanosti
- **Hrvatskim jezikom:** osigurava razumijevanje teksta, razvija komunikacijske vještine i čitalačku pismenost
- **Stranim jezicima:** poznavanje stranih jezika omogućava 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 te međupredmetne teme su da učenik razvija i primjenjuje različite strategije učenja i upravljanje informacijama, 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 od ciljeva ove međupredmetne teme koji je ključan za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda nastavnog predmeta Kemija je prepoznati, razumjeti i izabrati zdrave životne navike i ponašanja, izbjegavati navike i ponašanja štetne za zdravlje i sigurnost te sprječavati i ublažavati posljedice narušenog zdravlja.

Osobni i socijalni razvoj – ostvarivanjem ishoda u okviru koncepta prirodoznanstvenog 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 nastavnoga 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 kemija se uči i poučava u okviru nastavnog plana u trajanju od 70 sati po godini učenja, dok se u prirodoslovnim gimnazijama poučava kao predmet Kemija s vježbama u okviru nastavnog 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 omogućava ostvarenje konceptualnog pristupa, a sadržaji će se ishoda spiralno 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-obrazovnog 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 Prirodnoznanstveni 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 suvremenog pristupa učenju kemije, kemija u kontekstu:

- Elektromagnetsko zračenje i tvari obuhvaća spoznaje o građi atoma i subatomske čestice od povijesnih modela atoma do kvantnomehaničkog 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 ljudskog 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 općeg obrazovanja, doprinosi kvalitetnom životu suvremenoga čovjeka i održivom 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 obvezna je u svim gimnazijama, a nastavnik ovisno o interesu većine učenika i sukladno programu bira još dvije od četiri preostale ponuđene teme (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 pojedinog 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 spoznajnog 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 podacima, 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 predmeta Kemija i materijalna sredstva potrebna za njihovo ostvarenje, preporuča se veću skupinu učenika (razred) podijeliti na nekoliko manjih skupina, što doprinosi uspješnijem procesu učenja i poučavanja te omogućava 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 nekog problema u kratkome vremenu, a primjerenost neke ideje otkriva se tijekom rasprave.

Osim stjecanja kognitivnih znanja svi ti postupci omogućavaju socijalizaciju učenika, jačaju njihovu samostalnost i samopouzdanje, razvijaju njihove komunikacijske vještine te sposobnost kreativnog i kritičkog 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 kompeten-

cija ili kompetencija u okviru Održivog razvoja. Iako nema preciznih uputa kako postupiti u kojoj nastavnoj situaciji ili koja bi metoda/postupak dala najbolji rezultat, pri njihovom 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 omogućavaju 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 predmeta Kemija potrebno je i odgovarajuće okruženje koje će pogodovati njihovom 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 sigurnog 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 učiteljevom 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 in-

dividualni i drugima nedostupni. Ovisno o njihovom iskustvu, prethodnim znanjima, stavu i sl., ti se koncepti mogu razlikovati od znanstvenih. Zato nam mora biti jasna važnost oblikovanja i uporabe modela u nastavi kemije.

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

Modeli se mogu podijeliti u tri glavne kategorije: znanstveni modeli, obrazovni modeli, učenički modeli<sup>1</sup>. Prije kratkog pojašnjenja što pripada kojoj od ovih triju kategorija, treba naglasiti da se donekle terminološki razlikuju nazivi triju kategorija u odnosu na doslovni prijevod – treća kategorija u doslovnom prijevodu bi se 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 ka znanstvenoj zajednici. Znanstveni model pojednostavljena je slika realnog sustava koja omogućava lakši kvantitativni (fizikalni ili matematički) opis. Oni su podložni stalnoj promjeni, tj. njihova uporaba rezultira njihovom izmjenom. Dobar primjer u tom smislu je predodžba o strukturi atoma kroz povijest: Thompsonov model, kojeg slijedi Rutherfordov model, zatim Bohrov model itd.

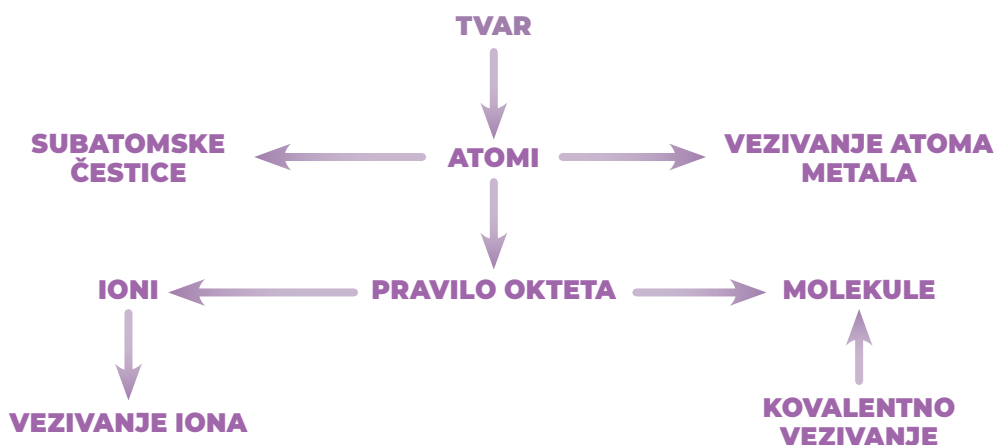
## OBRAZOVNI MODELI

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, ovi se zatim prevode u usuglašene ciljane modele koje obično nalazimo u udžbenicima, a posljednja faza transformacije je prevođenje usuglašanih modela u modele za poučavanje kemije direktno, u nastavi. Primjer za prethodno je sljedeći: modeli atoma kroz povijest su znanstveni modeli, koji su 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 su zapravo 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.).

<sup>1</sup> 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.





SLIKA 2. Primjer prikaza mogućeg modela uključenog 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 vlastitog razumijevanja kemijskih konceptata. Međutim, učenje je samo po sebi još jedna interpretacija, ovaj put učenikova interpretacija nastavnikovih modela. Učenici temeljem 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 korištenog modela ne mora biti u suglasju sa makroskopskim iskustvom učenika. Jedna od većih prepreka i razloga zašto se kemiju doživljava „teškim predmetom“ upravo je apstraktnost modela za poučavanje. Taj jaz između nastavnikova modela i učenikova modela često se u literaturi navodi pojmom pogrešnog 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 su navedeni 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.





# Vrednovanje ostvarenosti odgojno obrazovnih ishoda

## VREDNOVANJE KAO UČENJE, ZA UČENJE I NAUČENOG

**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 i
- vrednovanja naučenoga u kontekstu predmeta, odnosno njegovih pojedinih elemenata vrednovanja.

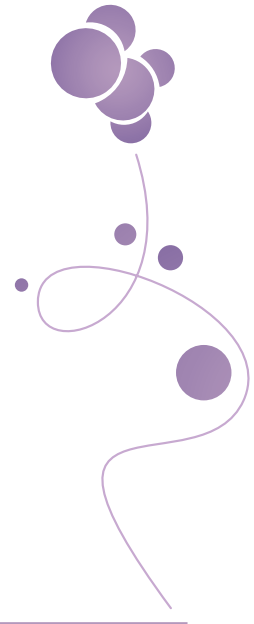
Učitelji imaju autonomiju i odgovornost izabrati najprikladnije metode i tehnike vrednovanja unutar pojedinih pristupa vrednovanju (ovisno o specifičnostima učenika i škole te određenim situacijskim čimbenicima). U ovom poglavlju daju se okvirne smjernice i preporuke o metodama i tehnikama koje su posebno pogodne za vrednovanje odgojno-obrazovnih ishoda u predmetnome kurikulumu. Preporučene metode i tehnike trebaju omogućiti procjenjivanje ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda temeljem 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

Izvjescivanje 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 kurikularnog 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 određenom 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 brojni pokazatelj razine ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda definiranih kurikulumom zadržava se ljestvica školskih ocjena od pet stupnjeva. Kao i dosad, zaključna ocjena se 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 vezane isključivo za kognitivnu domenu 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 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 omogućava 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 putem vrednovanja uče, što nužno podrazumijeva aktivno uključivanje učenika u proces vrednovanja. Pritom učenici razvijaju

metakognitivnu svijest o procesu učenja koja, pak, omogućava 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 postavljenim 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 omogućava usuglašavanje kriterija ocjenjivanja, čime se povećava objektivnost ocjenjivanja na nacionalnoj razini.

Metode vrednovanja naučenog su sljedeće: usmena i pisana provjera, vrednovanje praktičnog i/ili projektnog 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 unutarnjeg 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), ali vrednovanje naučenoga kao ishod ima brojčanu oznaku (ocjenu).

**Osim navedenoga, osigurava se procjena određenih čimbenika učenja i rada u predmetu 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 prirodoznanstvenog 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 konceptualnog i proceduralnog 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 sudjeluju ravnopravno 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 predloženog, težinski udjel trećeg elementa ocjenjivanja (onaj po izboru učitelja) ne smije prevagnuti utjecaj usvojenosti kemijskih koncepata i prirodnoznanstvene kompetencije.



**PRILOG**

**1.**

**Odgojno-obrazovni ishodi, razrade ishoda,  
razine usvojenosti i preporuke  
za ostvarenje odgojno-obrazovnih ishoda  
po razredima i domenama**

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>A.7.1.</b> Istražuje svojstva, sastav i vrstu tvari	<ul style="list-style-type: none"> <li>Razvrstava tvari na čiste tvari i smjese, čiste tvari na elementarne tvari i kemijske spojeve, te smjese na homogene i heterogene smjese.</li> <li>Uspoređuje postupke razdvajanja smjesa na sastojke.</li> <li>Razlikuje pojmove otopina, otapalo i otopljena tvar.</li> <li>Razlikuje nezasićenu, zasićenu i prezasićenu otopinu.</li> <li>Navodi fizikalna svojstva tvari, kemijska svojstva tvari te biološka svojstva tvari na primjerima anorganskih i organskih tvari.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje svojstva, sastav i vrstu poznatih tvari.</p> <hr/> <p><b>DOBRA</b> Razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.</p> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b> Uspoređuje tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.</p> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b> Istražuje svojstva, sastav i vrstu tvari.</p>
<b>A.7.2.</b> Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari	<ul style="list-style-type: none"> <li>Navodi definicije atoma, kemijskoga elementa, izotopa i elementarne tvari.</li> <li>Opisuje građu atoma.</li> <li>Razlikuje protonski od nukleonskog broja.</li> <li>Opisuje strukturu periodnoga sustava elemenata.</li> <li>Piše simbole kemijskih elemenata prvih četiriju perioda te Au, Ag, Hg, Pb i I.</li> <li>Razlikuje stehiometrijski koeficijent i indeks.</li> <li>Određuje valencije atoma (I i II skupina, C, N, O, S, F, Cl, Br, I) na temelju položaja elementa u periodnome sustavu elemenata.</li> <li>Prikazuje kemijskim formulama elementarne tvari i binarne kemijske spojeve (oksidi, kloridi, bromidi, jodidi, sulfidi) koristeći valencije atoma i indekse.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Navodi definicije osnovnih pojmova kemijskog nazivlja i simbolike</p> <hr/> <p><b>DOBRA</b> Razlikuje značenja simboličkih prikaza kemijskih elemenata, elementarnih tvari i spojeva.</p> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b> Objašnjava značenja simboličkih prikaza kemijskih elemenata, elementarnih tvari i spojeva.</p> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b> Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku.</p>



## ISHOD

### A.7.3.

Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš

## RAZRADA ISHODA

- Kritički razmatra upotrebu anorganskih i organskih tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš te metode njihova zbrinjavanja i odlaganja u okolišu.

## RAZINE USVOJENOSTI

### ZADOVOLJAVAJUĆA

Opisuje upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

### DOBRA

Objašnjava upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

### VRLO DOBRA

Istražuje upotrebu anorganskih i organskih tvari, metode njihova zbrinjavanja i odlaganja u okoliš te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

### IZNIMNA

Kritički razmatra upotrebu anorganskih i organskih tvari, metode njihova zbrinjavanja i odlaganja u okoliš te utjecaj navedenih tvari 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, magnetičnost, 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, redosljedom 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).

## POVEZANOST

biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

## B / PROMJENE I PROCESI

### ISHOD

#### B.7.1.

Analizira fizikalne i kemijske promjene

### RAZRADA ISHODA

- 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.

### RAZINE USVOJENOSTI

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi primjere fizikalnih i kemijskih promjena te prepoznaje njihove utjecaje na okoliš.

#### DOBRA

Opisuje različite fizikalne i kemijske promjene te s pomoću rezultata pokusa opisuje njihove utjecaje na okoliš.

#### VRLO DOBRA

Istražuje vrste fizikalnih i kemijskih promjena iz svoje okoline te uspoređuje njihove utjecaje na okoliš.

#### IZNIMNA

Analizira primjere fizikalnih i kemijskih promjena koji nisu prethodno obrađeni te kritički razmatra njihove utjecaje na okoliš.

## ISHOD

## RAZRADA ISHODA

## RAZINE USVOJENOSTI

### B.7.2.

Istražuje razliku u brzinama različitih promjena

- Uočava da se fizikalne i kemijske promjene događaju različitim brzinama.
- Navesti primjere kemijskih reakcija iz svakodnevnoga života koje se odvijaju različitim brzinama.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Prepoznaje razliku u brzinama promjena nabrajajući čimbenike koji utječu na brzinu promjena.

#### DOBRA

Razvrstava fizikalne i kemijske promjene na temelju njihovih različitih brzina. Istražuje brzinu kemijske reakcije na primjerima iz svakodnevnoga života.

#### VRLO DOBRA

Objašnjava razliku u brzinama promjena te utjecaj različitih čimbenika na brzinu promjena.

#### IZNIMNA

Istražuje razliku u brzinama promjena te utjecaj različitih čimbenika na brzinu promjena.

## 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.

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

A

J

M

E

K

## C / ENERGIJA

### ISHOD

### RAZRADA ISHODA

### RAZINE USVOJENOSTI

#### 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi primjere izmjena energije između sustava i okoline na osnovi razlike u temperaturama.

#### DOBRA

Opisuje fizikalne i kemijske promjene tijekom kojih dolazi do izmjene energije između sustava i okoline na primjerima iz svakodnevnoga života.

#### VRLO DOBRA

Objašnjava promjene temperature u sustavu i okolini tijekom fizikalnih i kemijskih promjena na temelju pokusa.

#### IZNIMNA

Analizira izmjenu energije između sustava i okoline uzrokovanu fizikalnim i kemijskim promjenama koristeći se eksperimentalnim vještinama.

#### C.7.2.

Povezuje promjene energije unutar promatranog 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi primjere pretvorbi energije iz svakodnevnoga života i u okolišu.

#### DOBRA

Opisuje različite pretvorbe energije na primjerima iz svakodnevnoga života i u okolišu

#### VRLO DOBRA

Objašnjava mogućnost korištenja energijom pri fizikalnim i kemijskim promjenama.

#### IZNIMNA

Povezuje promjene energije unutar promatranoga sustava s makroskopskim promjenama opaženima u okolišu ili tijekom pokusa.

#### 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi najčešće korištene izvore energije.

#### DOBRA

Objašnjava utjecaj različitih izvora energije na okoliš.

#### VRLO DOBRA

Uspoređuje različite izvore energije prema energijskoj učinkovitosti.

#### IZNIMNA

Procjenjuje prednosti i nedostatke različitih izvora energije na temelju njihove energijske učinkovitosti te utjecaja na okoliš.

---

## SADRŽAJ

- Egzotermne i endotermne promjene.
- Izmjena energije kao topline.
- Pretvorbe energije.

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

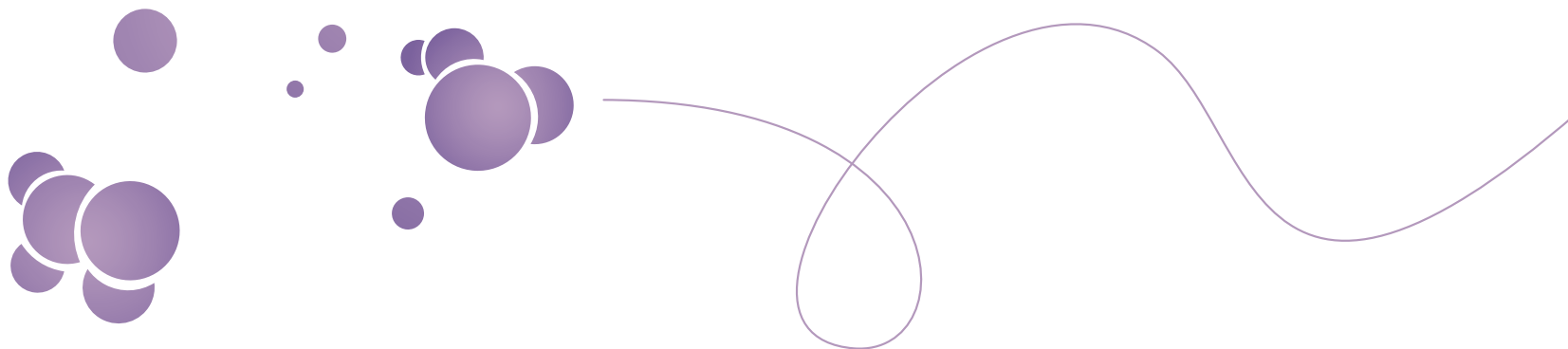
- Pri obradi sadržaja koristiti primjere tvari iz svakodnevnoga života.
- Sve sadržaje iz ovoga koncepta preporučujemo vezati za sadržaje iz koncepta Promjene i procesi te ukazivati na važnost pretvorbe i izmjene energije za kemijske promjene.
- Promjena temperature tijekom fizikalnih ili kemijskih promjena.
- 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).

---

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---



## D / PRIRODOZNASTVENI PRISTUP

### ISHOD

### RAZRADA ISHODA

### RAZINE USVOJENOSTI

#### 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Uočava problem, opisuje aparaturu potrebnu za izvedbu odabranoga istraživanja te bilježi opažanja.

#### DOBRA

Uz učiteljevu pomoć oblikuje istraživačko pitanje i izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio istraživanja.

#### VRLO DOBRA

Samostalno oblikuje istraživačko pitanje te izvodi mjerenja i postupke koji su dio istraživanja.

#### IZNIMNA

Povezuje rezultate i zaključke

istraživanja s konceptualnim spoznajama te prikupljene podatke prikazuje u obliku izvješća.

#### D.7.2.

Primjenjuje matematičke 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Opisuje pojave koristeći fizikalne veličine pišući odgovarajuće matematičke izraze i pravilno prikazujući mjerne jedinice.

#### DOBRA

Rješava zadatke vezane uz sastav smjese, zakon o očuvanju mase i broj subatomske čestice.

#### VRLO DOBRA

Samostalno rješava zadatke.

#### IZNIMNA

Kombinira matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka.

#### 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Sintetizira podatke prikupljene radom na tekstu, koristi se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica očitava podatke.

#### DOBRA

Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinacijske osi.

#### VRLO DOBRA

Međusobno uspoređuje crteže, tablične i grafičke prikaze te izvodi zaključke na temelju prikazanih rezultata.

#### IZNIMNA

Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima.

---

## 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.

---

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---



## ISHOD

## RAZRADA ISHODA

## RAZINE USVOJENOSTI

## 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.

## ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi definicije osnovnih pojmova kemijskog nazivlja i simbolike.

## DOBRA

Razlikuje značenja simboličkih prikaza.

## VRLO DOBRA

Primjenjuje značenje različitih vrsta simboličkih prikaza.

## IZNIMNA

Objašnjava kemijsko nazivlje i simboliku.

## 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.

## ZADOVOLJAVAJUĆA

Opisuje čestičnu građu tvari i svojstva tvari.

## DOBRA

Objašnjava čestičnu građu i svojstva tvari.

## VRLO DOBRA

Uspoređuje tvari prema građi i svojstvima.

## IZNIMNA

Povezuje građu tvari s njihovim svojstvima.

## 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

## ZADOVOLJAVAJUĆA

Opisuje upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

## DOBRA

Objašnjava upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

## VRLO DOBRA

Istražuje upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš.

## IZNIMNA

Kritički razmatra 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 (kisljine, hidroksidi, soli).
- Kruženje ugljika u prirodi.
- Kvalitativni sastav organskih spojeva.
- Organski spojevi: metan, etan, propan, butan, eten, etin, metanol, etanol, mravlja i octena kislina, glukoza.

---

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

- Kisljine: usporediti svojstva klorovodične, sumporne, sumporaste, dušične i ugljične kisljine.
- 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.

---

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---

## B / PROMJENE I PROCESI

### ISHOD

### RAZRADA ISHODA

### RAZINE USVOJENOSTI

#### 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Prepoznaje fizikalne i kemijske promjene opisane kemijskim nazivljem i simbolikom.

#### DOBRA

Opisuje fizikalne i kemijske promjene kemijskim nazivljem i simbolikom.

#### VRLO DOBRA

Objašnjava fizikalne i kemijske promjene koristeći se kemijskim nazivljem i simbolikom.

#### IZNIMNA

Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje fizikalnih i kemijskih promjena.

#### B.8.2.

Analizira vrste kemijskih reakcija

- Objašnjava kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih tvari.
- Objašnjava kemijske promjene na primjerima reakcija organskih tvari.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Prepoznaje kemijske promjene nabrajajući prethodno obrađene primjere kemijskih promjena ili iz svakodnevnice.

#### DOBRA

Opisuje kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari.

#### VRLO DOBRA

Objašnjava kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari.

#### IZNIMNA

Analizira slijed kemijskih promjena tijekom izvedbe pokusa.

#### B.8.3.

Analizira brzine promjena

- Analizira brzine različitih kemijskih promjena.
- Istražuje utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije.
- Objašnjava ulogu enzima (biokatalizatori).

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Opisuje brzinu promjene anorganskih i organskih tvari prepoznajući utjecaj svih čimbenika na brzinu promjene.

#### DOBRA

Uspoređuje brzine različitih promjena anorganskih i organskih tvari te utjecaj čimbenika na brzinu kemijske promjene.

#### VRLO DOBRA

Objašnjava brzinu promjene i utjecaj čimbenika na brzinu promjena na čestičnoj razini.

#### IZNIMNA

Analizira utjecaje različitih čimbenika na čestičnoj razini koji uvjetuju brzinu promjena.

## SADRŽAJ

- Kemijske promjene na primjerima slijeda reakcija anorganskih tvari:
- nemetal → 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.

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

## C / ENERGIJA

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>C.8.1.</b> Analizira izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na čestičnoj razini	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opisuje pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na primjerima kemijskih reakcija.</li><li>• Analizira pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na čestičnoj razini.</li></ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Navodi pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na primjerima iz svakodnevnoga života.</p> <p><b>DOBRA</b> Opisuje promjene pri pretvorbi i izmjeni energije tijekom fizikalnih i kemijskih promjena.</p> <p><b>VRLO DOBRA</b> Objašnjava pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama povezujući ih s makroskopskim promjenama.</p> <p><b>IZNIMNA</b> Analizira pretvorbe i izmjene energije između sustava i okoline pri fizikalnim i kemijskim promjenama na čestičnoj razini.</p>

**ISHOD****RAZRADA ISHODA****RAZINE USVOJENOSTI****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.

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

Navodi najčešće korištene izvore energije te objašnjava utjecaj produkata izgaranja fosilnih goriva na okoliš.

**DOBRA**

Objašnjava energijsku učinkovitost različitih izvora energije i njihov utjecaj na okoliš.

**VRLO DOBRA**

Uspoređuje različite izvore energije prema energijskoj učinkovitosti i njihov utjecaj na okoliš.

**IZNIMNA**

Procjenjuje prednosti i nedostatke različitih izvora energije na temelju njihove energijske učinkovitosti te mogućega utjecaja 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.

**POVEZANOST**

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

**D / PRIRODOZNASTVENI PRISTUP****ISHOD****RAZRADA ISHODA****RAZINE USVOJENOSTI****D.8.1.**

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama

- Izvodi pokuse u okviru koncepata: Tvari, Promjene i procesi, Energija.

**ZADOVOLJAVAJUĆA**

Uočava problem, opisuje aparaturu potrebnu za izvedbu odabranoga istraživanja te bilježi opažanja.

**DOBRA**

Izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio istraživanja.

**VRLO DOBRA**

Samostalno oblikuje istraživačko pitanje te izvodi mjerenja i postupke koji su dio istraživanja.

**IZNIMNA**

Povezuje rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama te prikupljene podatke prikazuje u obliku izvješća.

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>D.8.2.</b></p> <p>Primjenjuje matematičke vještine</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izračunava broj subatomske čestice u ionu.</li> <li>Izračunava relativnu molekulsku masu.</li> <li>Izračunava maseni udio pojedinih vrsta atoma u spoju iz poznate molekulske formule spoja.</li> <li>Izračunava empirijsku formulu spoja na temelju poznatih masenih udjela elemenata u spoju.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje pojave koristeći fizikalne veličine pišući odgovarajuće matematičke izraze i pravilno prikazujući mjerne jedinice</p> <hr/> <p><b>DOBRA</b> Rješava zadatke vezane uz broj subatomske čestice u ionu, relativnu molekulsku masu i maseni udio pojedinih vrsta atoma u spoju.</p> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b> Samostalno rješava zadatke</p> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b> Kombinira matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka.</p>
<p><b>D.8.3.</b></p> <p>Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima.</li> <li>Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu.</li> <li>Prikazuje modelima čestičnu građu tvari.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Sintetizira podatke prikupljene radom na tekstu, koristi se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica očitava podatke.</p> <hr/> <p><b>DOBRA</b> Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinatne osi.</p> <hr/> <p><b>VRLO DOBRA</b> Međusobno uspoređuje crteže, tablične i grafičke prikaze te izvodi zaključke na temelju prikazanih rezultata.</p> <hr/> <p><b>IZNIMNA</b> Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima.</p>

## 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 – -kiselo 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.

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>A.1.1.</b> Analizira svojstva, sastav i vrstu tvari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje svojstva agregacijskih stanja tvari.</li> <li>• Uspoređuje tvari po sastavu, vrsti i svojstvima.</li> <li>• Uspoređuje tvari na temelju periodičnosti kemijskih svojstava. Uspoređuje polumjere atoma, relativni koeficijent elektronegativnosti, afinitet prema elektronu, energiju ionizacije atoma. Uspoređuje temeljna svojstva tekućina.</li> <li>• Analizira dipolni moment molekula.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje svojstva, sastav i vrstu poznatih tvari.</p> <p><b>DOBRA</b> Razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.</p> <p><b>VRLO DOBRA</b> Uspoređuje tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.</p> <p><b>IZNIMNA</b> Samostalno analizira svojstva, sastav i vrstu tvari.</p>
<b>A.1.2.</b> Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prikazuje Lewisovom simbolikom atome, molekule i ione.</li> <li>• Imenuje i kemijskim formulama prikazuje anorganske spojeve te odabrane organske spojeve. Uspoređuje empirijsku i molekulsku formulu spoja.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Navodi definicije osnovnih pojmova kemijskog nazivlja i simbolike.</p> <p><b>DOBRA</b> Razlikuje značenje simboličkih prikaza potrebnih za opisivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava tvari.</p> <p><b>VRLO DOBRA</b> Objašnjava značenje simboličkih prikaza potrebnih za opisivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava tvari.</p> <p><b>IZNIMNA</b> Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku potrebnu za opisivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava tvari.</p>
<b>A.1.3.</b> Povezuje građu tvari s njihovim svojstvima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objašnjava građu atoma, iona, molekula elementarnih tvari i kemijskih spojeva.</li> <li>• Objašnjava prostorni raspored čestica u elementarnim tvarima, kemijskim spojevima i kristalima.</li> <li>• Povezuje čestičnu građu anorganskih i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje čestičnu građu tvari i svojstva tvari.</p> <p><b>DOBRA</b> Objašnjava čestičnu građu i svojstva tvari.</p> <p><b>VRLO DOBRA</b> Uspoređuje tvari prema građi i svojstvima</p> <p><b>IZNIMNA</b> Povezuje građu tvari s njihovim svojstvima.</p>

## ISHOD

## RAZRADA ISHODA

## RAZINE USVOJENOSTI

### A.1.4.

Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš

- Kritički razmatra upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Opisuje upotrebu različitih anorganskih tvari i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš.

#### DOBRA

Objašnjava upotrebu različitih anorganskih tvari i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš.

#### VRLO DOBRA

Istražuje upotrebu anorganskih tvari i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš.

#### IZNIMNA

Kritički razmatra upotrebu 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.

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

## B / PROMJENE I PROCESI

### ISHOD

### RAZRADA ISHODA

### RAZINE USVOJENOSTI

#### 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi vrste kemijskih veza i njihova svojstva.

#### DOBRA

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.

#### VRLO DOBRA

Uspoređuje vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnome koeficijentu elektronegativnosti elemenata i prikazuje višeatomne čestice Lewisovom simbolikom.

#### IZNIMNA

Objašnjava vrste kemijskih veza, svojstva kemijskih veza te vrste međučestičnih privlačnih sila.

#### 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Prepoznaje fizikalne i kemijske promjene navodeći poznate primjere o kojima je učio ili iz svakodnevnice te navodi utjecaj sudionika fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš.

#### DOBRA

Opisuje fizikalne i kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te opisuje utjecaj tvari na okoliš.

#### VRLO DOBRA

Objašnjava fizikalne i kemijske promjene anorganskih i organskih tvari te uspoređuje utjecaj sudionika fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš.

#### IZNIMNA

Tijekom istraživačkoga rada analizira fizikalne promjene i kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te kritički razmatra utjecaj sudionika fizikalnih i kemijskih promjena 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.

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

## C / ENERGIJA

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>C.1.1.</b> Povezuje potencijalnu energiju s kemijskim vezama između atoma unutar molekule te s međučestičnim djelovanjima	<ul style="list-style-type: none"><li>• 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.</li><li>• Objašnjava promjene energije sustava prilikom nastajanja i kidanja kemijskih veza i drugih međučestičnih djelovanja.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Navodi vrste kemijske veze i primjere tvari u kojima je prisutna određena vrsta kemijske veze te vrstu međučestičnih djelovanja. <b>DOBRA</b> Opisuje unutarnju energiju sustava i potencijalnu energiju sadržanu u kemijskim vezama te međučestičnim djelovanjima. <b>VRLO DOBRA</b> Objašnjava promjene unutarnje energije do kojih dolazi tijekom kemijskih reakcija i promjena agregacijskih stanja. <b>IZNIMNA</b> Povezuje promjene unutarnje energije sustava zbog nastajanja i kidanja kemijskih veza te međučestičnih djelovanja.
<b>C.1.2.</b> Povezuje kinetičku energiju s prosječnom brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu te s temperaturom	<ul style="list-style-type: none"><li>• 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.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Navodi agregacijska stanja tvari i promjene agregacijskih stanja ovisno o temperaturi i tlaku. <b>DOBRA</b> Opisuje kinetičku energiju s brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu. <b>VRLO DOBRA</b> Objašnjava kinetičku energiju čestica u sustavu s pomoću njihove brzine gibanja i temperature. <b>IZNIMNA</b> Povezuje kinetičku energiju s brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu te prosječnu kinetičku energiju s temperaturom sustava.

## ISHOD

## RAZRADA ISHODA

## RAZINE USVOJENOSTI

### 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.

### ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi fizikalna i kemijska svojstva tvari s obzirom na vrstu kemijske veze i vrstu međučestičnih djelovanja.

### DOBRA

Opisuje fizikalna i kemijska svojstva tvari s obzirom na vrstu kemijske veze i vrstu međučestičnih djelovanja.

### VRLO DOBRA

Objašnjava fizikalna i kemijska svojstva tvari s obzirom na vrstu kemijske veze i vrstu međučestičnih djelovanja.

### IZNIMNA

Povezuje fizikalna i kemijska svojstva tvari s obzirom na vrstu kemijske veze i vrstu međučestičnih djelovanja.

## SADRŽAJ

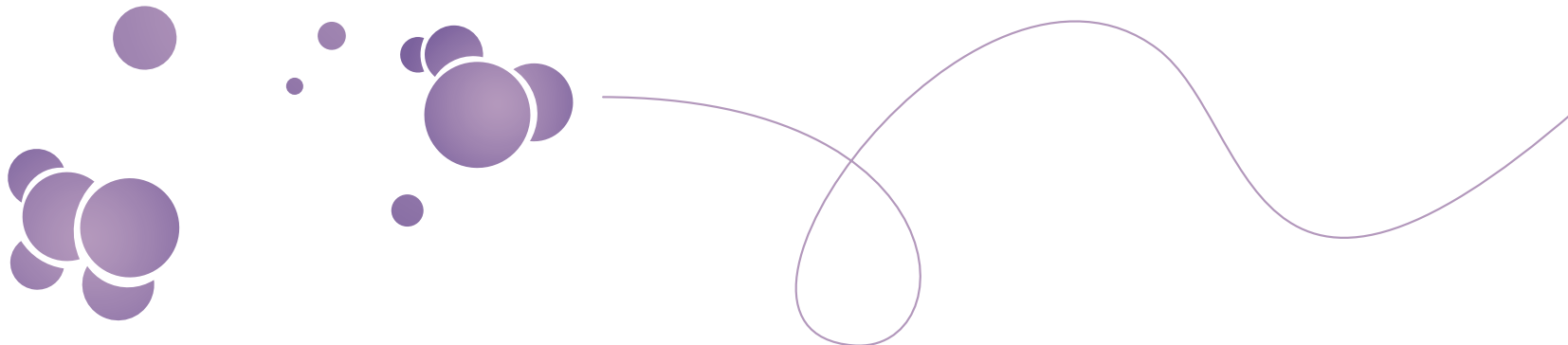
- Agregacijska stanja tvari, talište, vrelište, gustoća, topljivost, viskoznost, površinska napetost, tlak para, tvrdoća.
- Energija sustava, energija sadržana u tvarima: unutarnja energija sustava – potencijalna energija (energija kemijskih veza i međučestična djelovanja) te kinetička energija (posljedica 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.

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija



## D / PRIRODOZNAKSTVENI PRISTUP

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>D.1.1.</b> Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama	<ul style="list-style-type: none"><li>Izvodi zaključke na temelju rezultata pokusa.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje aparaturu potrebnu za izvedbu odabranoga pokusa te bilježi opažanja. <b>DOBRA</b> Izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa. <b>VRLO DOBRA</b> Samostalno izvodi mjerenja i postupke koji su dio pokusa. <b>IZNIMNA</b> Povezuje rezultate i zaključke pokusa s konceptualnim spoznajama.
<b>D.1.2.</b> Primjenjuje matematičke vještine	<ul style="list-style-type: none"><li>Primjenjuje matematička znanja i vještine za osnovni kemijski račun.</li><li>Izračunava množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija.</li><li>Izračunava empirijsku i molekulsku formulu spoja.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Izriče definicije fizikalnih veličina pišući odgovarajuće matematičke izraze. <b>DOBRA</b> Rješava zadatke koristeći se jednostavnim matematičkim izrazima. <b>VRLO DOBRA</b> Samostalno rješava zadatke prikazujući mjerne jedinice. <b>IZNIMNA</b> Samostalno kombinira matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka.
<b>D.1.3.</b> Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima	<ul style="list-style-type: none"><li>Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima.</li><li>Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu.</li><li>Prikazuje modelima i opisuje prostornu građu tvari.</li><li>Grafički prikazuje promjene agregacijskih stanja tvari ovisno o temperaturi i tlaku.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Sintetizira podatke prikupljene radom na tekstu, koristi se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica očitava podatke. <b>DOBRA</b> Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označujući koordinatne osi. <b>VRLO DOBRA</b> Međusobno uspoređuje crteže, tablične i grafičke prikaze. <b>IZNIMNA</b> Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima.

A

J

M

E

K

---

## 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

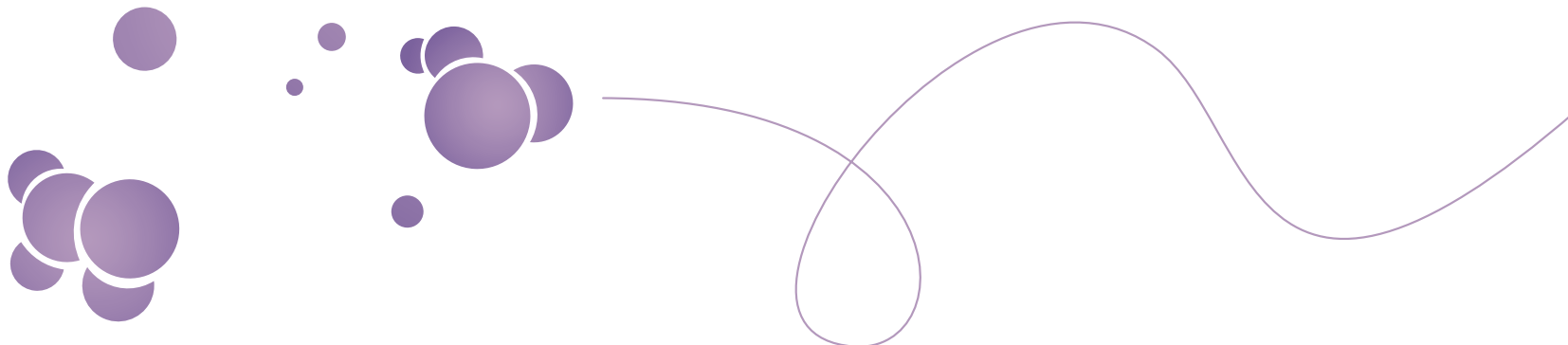
- Nastavnik odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda.
- Pokusi koje učenik ili nastavnik izvode mogu biti vrlo jednostavni, ali i složeni; bitno je da se poštuje sljedeća znanstvena metoda: bilježi zapaženo, pravilno izvodi mjerenja, slijedi upute, logično analizira rezultate, argumentirano 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.

---

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---



ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>A.2.1.</b> Analizira svojstva, sastav i vrstu tvari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uspoređuje svojstva metala i nemetala, oksida metala i nemetala, kiselina, baza, soli te svojstva ugljikovodika i halogenalkana.</li> <li>• Uspoređuje otopine po sastavu i svojstvima.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje vrste, svojstva i sastav poznatih tvari.</p> <p><b>DOBRA</b> Uspoređuje tvari po svojstvima, sastavu i vrsti.</p> <p><b>VRLO DOBRA</b> Samostalno analizira svojstva, sastav i vrstu tvari.</p> <p><b>IZNIMNA</b> Kritički razmatra svojstva tvari obzirom na sastav i vrstu.</p>
<b>A.2.2.</b> Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prikazuje čestičnu građu oksida, kiselina, baza, soli, ugljikovodika i halogenalkana.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Koristi se osnovnim pojmovima, kemijskim nazivljem i simbolikom za kvalitativno opisivanje sastava čistih tvari i smjesa tvari.</p> <p><b>DOBRA</b> Razlikuje značenja simboličkih prikaza u okviru koncepta.</p> <p><b>VRLO DOBRA</b> Objašnjava značenje simboličkih prikaza.</p> <p><b>IZNIMNA</b> Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za kvalitativno opisivanje sastava čistih tvari i smjesa tvari.</p>
<b>A.2.3.</b> Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje upotrebu različitih kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš.</p> <p><b>DOBRA</b> Objašnjava upotrebu različitih kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš.</p> <p><b>VRLO DOBRA</b> Istražuje upotrebu kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš.</p> <p><b>IZNIMNA</b> Kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš.</p>

## 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.

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

## B / PROMJENE I PROCESI

### ISHOD

### RAZRADA ISHODA

### RAZINE USVOJENOSTI

#### B.2.1.

Analizira brzine različitih promjena

- Analizira brzinu kemijske promjene i djelovanje čimbenika koji utječu na brzinu promjene.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Opisuje brzinu promjena anorganskih i organskih tvari prepoznajući utjecaj svih čimbenika na brzinu promjene.

#### DOBRA

Uspoređuje brzine različitih promjena anorganskih i organskih tvari na osnovi podataka o utjecaju različitih čimbenika na brzinu promjene.

#### VRLO DOBRA

Objašnjava brzinu promjene i djelovanje čimbenika koji utječu na brzinu.

#### IZNIMNA

Analizira brzine promjena i utjecaje različitih čimbenika na brzinu promjena.

#### B.2.2.

Analizira kemijske promjene anorganskih i organskih tvari

- Objasniava 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Prepoznaje vrste kemijskih promjena, nabraja poznate primjere, te prepoznaje utjecaj sudionika kemijskih promjena na okoliš.

#### DOBRA

Opisuje kemijske promjene anorganskih i organskih tvari te, koristeći se rezultatima pokusa, opisuje utjecaj tvari i produkata na okoliš.

#### VRLO DOBRA

Objasniava kemijske promjene anorganskih i organskih tvari te uspoređuje utjecaj sudionika kemijskih promjena na okoliš.

#### IZNIMNA

Analizira kemijske promjene organskih i anorganskih tvari te kritički razmatra utjecaj sudionika kemijskih promjena 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

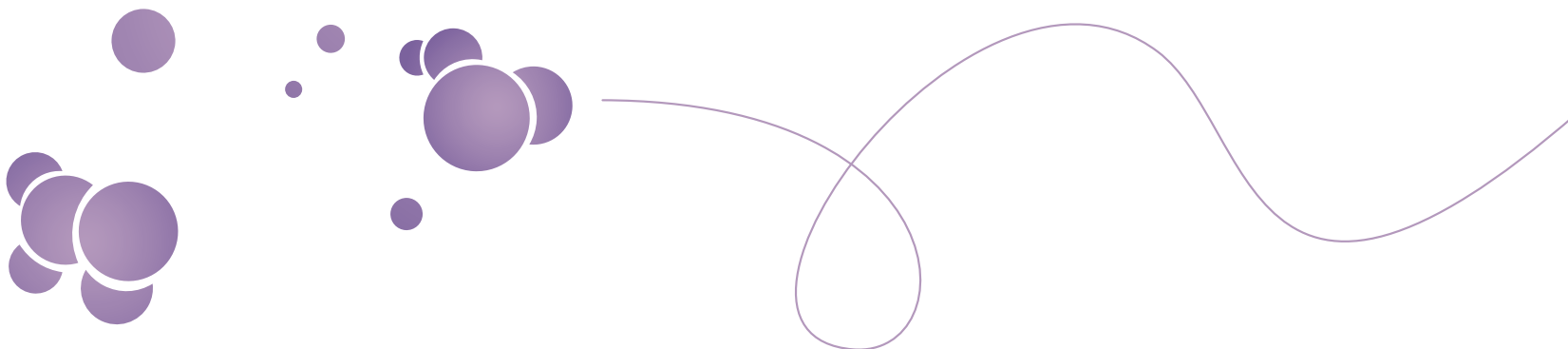
- Preporuča se doseg reakcije poučavati u sklopu analize ovisnosti promjene sastava reakcijske smjese (množina ili množinskih koncentracija reaktanata i produkata o vremenu iz kojih se određuju stehiometrijski koeficijenti reaktanata i produkata).
- Nastavnik ima slobodu odabrati metale i nemetale na 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.

---

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---



## C / ENERGIJA

### ISHOD

### RAZRADA ISHODA

### RAZINE USVOJENOSTI

#### 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...).
- Povezuje promjene s pretvorbama različitih oblika energije:
- potencijalna energija
- (međudjelovanja) u kinetičku (gibanje).

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi fizikalne i kemijske promjene koje dovode do promjene unutarnje energije i entalpije sustava.

#### DOBRA

Opisuje pretvorbe različitih oblika energije unutar promatranoga sustava.

#### VRLO DOBRA

Objašnjava promjene energije prilikom kidanja i nastajanja kemijskih veza te stvaranja međučestičnih interakcija.

#### IZNIMNA

Povezuje promjene i procese s pretvorbama različitih oblika energije unutar sustava: potencijalna energija (međudjelovanja) u kinetičku energiju (gibanje).

#### 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
- Objasnjava promjenu entalpije sustava tijekom kemijske reakcije ili fizikalne promjene.
- Povezuje promjene i procese s izmjenama energije između sustava i okoline (rad i toplina).

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Razlikuje egzotermne od endotermnih procesa na osnovi promjene temperature sustava.

#### DOBRA

Opisuje načine izmjene energije između sustava i okoline te ju povezuje s promjenom entalpije.

#### VRLO DOBRA

Objasnjava izmjenu energije između sustava i okoline.

#### IZNIMNA

Analizira izmjenu energije između sustava i okoline, povezuje ih s promjenama do kojih dolazi tijekom kemijske reakcije, povezuje vrijednost reakcijske entalpije s promjenama tijekom kemijske reakcije.

### 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.

### POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija



## D / PRIRODOZNASTVENI PRISTUP

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>D.2.1.</b> Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama	<ul style="list-style-type: none"><li>Izvodi pokuse u okviru koncepata: Tvari, Promjene i procesi, Energija.</li><li>Uspoređuje na temelju pokusa reaktivnost anorganskih i organskih tvari.</li><li>Kalorimetrijski određuje reakcijsku entalpiju.</li><li>Mjeri promjenu reakcijske entalpije i entalpije otapanja.</li><li>Uspoređuje brzine različitih kemijskih reakcija s obzirom na utjecaj različitih čimbenika.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje uređaje potrebne za izvedbu odabranoga pokusa te bilježi opažanja. <b>DOBRA</b> Izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa. <b>VRLO DOBRA</b> Samostalno obrađuje rezultate mjerenja koja su dio pokusa. <b>IZNIMNA</b> Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama te prikupljene podatke prikazuje u obliku izvješća.
<b>D.2.2.</b> Primjenjuje matematičke vještine	<ul style="list-style-type: none"><li>Izračunava koncentraciju otopine, molalnost i množinski udio tvari, topljivost tvari.</li><li>Izračunava tlak para otapala iznad otopine, povišenje vrelišta, sniženje ledišta i osmotski tlak.</li><li>Na temelju računa određuje doseg reakcije.</li><li>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.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Izriče definicije fizikalnih veličina pišući odgovarajuće matematičke izraze. <b>DOBRA</b> Koristeći se matematičkim izrazima rješava zadatke. <b>VRLO DOBRA</b> Samostalno rješava zadatke. <b>IZNIMNA</b> Samostalno kombinira matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka.
<b>D.2.3.</b> Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima	<ul style="list-style-type: none"><li>Prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstem, tablicama i grafovima.</li><li>Interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu.</li><li>Prikazuje modelima tvari uključene u promjene i procese.</li><li>Opisuje utjecaj kemijskih promjena na okoliš.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Sintetizira podatke prikupljene radom na tekstu, koristi se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica očitava podatke. <b>DOBRA</b> Brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označujući koordinatne osi. <b>VRLO DOBRA</b> Međusobno uspoređuje crteže, tablične i grafičke prikaze te izvodi zaključke na temelju prikazanih rezultata. <b>IZNIMNA</b> Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima.

### SADRŽAJ

- Računski i problemski zadatci iz područja termokemije, sastava otopina i kemijske kinetike.
- Doseg reakcije.
- Mjerodavni reaktant.



---

### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA

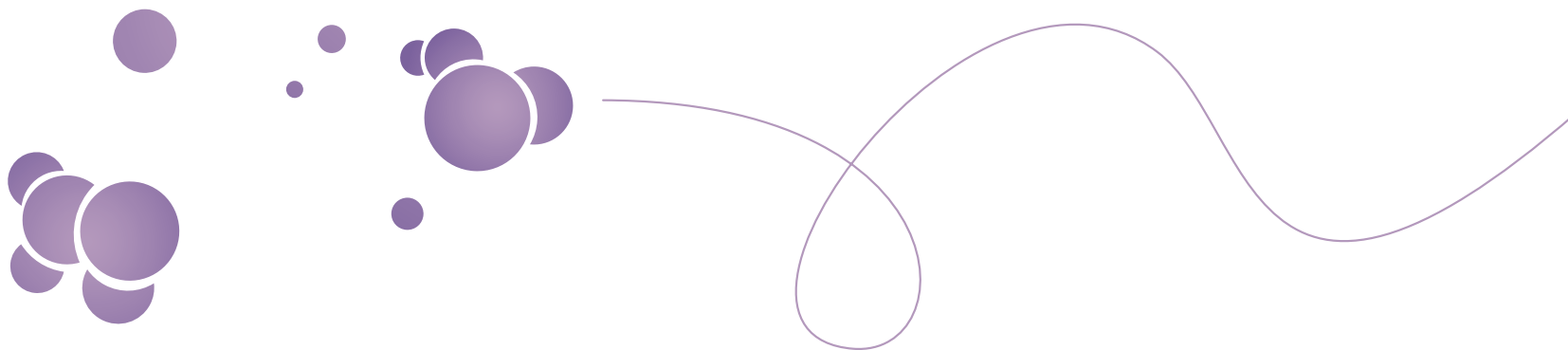
- Pokusi, računski i problemski zadatci u okviru Prirodnoznanstvenoga pristupa odnose se na kemijske reakcije anorganskih i organskih tvari navedenih u sadržaju i preporukama koncepta Promjene i procesi. Nastavnik sam odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda.
- Kalorimetrijski pokus podrazumijeva 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.).

---

### POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---



ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>A.3.1.</b> Analizira svojstva, sastav i vrstu tvari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navodi definicije kiselina i baza po Arrheniusu, Brønsted-Lowryju i Lewisu.</li> <li>• Navodi definiciju i svojstva pufera. Uspoređuje kiseline, baze i puferne po sastavu, vrsti i svojstvima. Uspoređuje organske tvari po sastavu, vrsti i svojstvima.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje svojstva, sastav i vrstu poznatih tvari.</p> <p><b>DOBRA</b> Razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.</p> <p><b>VRLO DOBRA</b> Uspoređuje tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti.</p> <p><b>IZNIMNA</b> Samostalno analizira svojstva, sastav i vrstu tvari.</p>
<b>A.3.2.</b> Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje sastava tvari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednadžbom kemijske reakcije prikazuje promjene i procese unutar koncepta</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Izriče definicije osnovnih pojmova kemijskog nazivlja i simbolike.</p> <p><b>DOBRA</b> Razlikuje značenja simboličkih prikaza u okviru koncepta.</p> <p><b>VRLO DOBRA</b> Objašnjava značenje simboličkih prikaza u okviru koncepta.</p> <p><b>IZNIMNA</b> Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za kvalitativno opisivanje sastava tvari.</p>
<b>A.3.3.</b> Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kritički razmatra upotrebu tvari u okviru koncepta i njihov utjecaj na okoliš</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje upotrebu različitih vrsta tvari i njihov utjecaj na okoliš.</p> <p><b>DOBRA</b> Objašnjava upotrebu različitih vrsta tvari u okviru koncepta i njihov utjecaj na okoliš.</p> <p><b>VRLO DOBRA</b> Istražuje upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš.</p> <p><b>IZNIMNA</b> Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš.</p>

**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 puferkih sustava naglasiti sastav i ulogu pufera u ljudskome organizmu; puferke sustave obraditi na kvalitativnoj razini s pomoću kiselinsko – baznih reakcija, ne računati pH-vrijednost puferkoga sustava.
- Hidrolizu soli objasniti pomoću kiselinsko-bazne teorije.
- U okviru aldehida i ketona obraditi glukozu i fruktozu.

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

## B / PROMJENE I PROCESI

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>B.3.1.</b> Analizira brzine različitih promjena	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uspoređuje brzine kemijskih promjena anorganskih i organskih tvari na temelju podataka o utjecaju katalizatora (inhibitora).</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje brzinu promjene prepoznajući utjecaj čimbenika na brzinu promjene. <b>DOBRA</b> Uspoređuje brzine promjena na temelju utjecaja čimbenika na brzinu kemijske promjene. <b>VRLO DOBRA</b> Objašnjava utjecaj čimbenika na brzinu kemijske promjene. <b>IZNIMNA</b> Analizira utjecaje čimbenika na brzine različitih promjena.
<b>B.3.2.</b> Procjenjuje utjecaj čimbenika na sastav reakcijske smjese u ravnotežnome sustavu	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uspoređuje uvjete dinamičke ravnoteže sustava s obzirom na načine mijenjanja stanja ravnoteže.</li><li>• Uspoređuje djelovanje čimbenika na ravnotežno stanje.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Navodi čimbenike koji mogu utjecati na sastav reakcijske smjese u ravnotežnome sustavu. <b>DOBRA</b> Opisuje položaj dinamičke ravnoteže sustava te načine mijenjanja stanja ravnoteže u promatranome sustavu. <b>VRLO DOBRA</b> Uspoređuje utjecaj različitih čimbenika na sastav reakcijske smjese u ravnotežnome sustavu. <b>IZNIMNA</b> Procjenjuje položaj dinamičke ravnoteže sustava te načine mijenjanja stanja ravnoteže u promatranome sustavu.

## ISHOD

## RAZRADA ISHODA

## RAZINE USVOJENOSTI

### 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.
- Objašnjava hidrolizu soli s pomoću teorija o kiselinama i bazama.

### ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi primjere kemijskih promjena anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš.

### DOBRA

Opisuje kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te opisuje njihov utjecaj na okoliš.

### VRLO DOBRA

Objašnjava kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te uspoređuje njihov utjecaj na okoliš.

### IZNIMNA

Analizira kemijske promjene na primjerima reakcija organskih tvari i anorganskih tvari te kritički razmatra njihov utjecaj na okoliš.

## 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.

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

## C / ENERGIJA

### ISHOD

### RAZRADA ISHODA

### RAZINE USVOJENOSTI

#### 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Prepoznaje promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza.

#### DOBRA

Opisuje promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza.

#### VRLO DOBRA

Objašnjava promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza.

#### IZNIMNA

Analizira promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza.

#### C.3.2.

Povezuje električni naboj s promjenom množine tvari na elektrodama

- Piše matematički izraz za Faradayev zakon elektrolize. Objašnjava povezanost Faradayeve konstante s nabojem elektrona.
- Povezuje množinu izlučene tvari s množinom elektrona.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi Faradayev zakon elektrolize.

#### DOBRA

Primjenjuje Faradayev zakon elektrolize pri rješavanju jednostavnijih problema.

#### VRLO DOBRA

Opisuje povezanost Faradayeve konstante s nabojem elektrona.

#### IZNIMNA

Povezuje Faradayev zakon elektrolize pri rješavanju složenijih 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.

### POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

## D / PRIRODOZNASTVENI PRISTUP

### ISHOD

### RAZRADA ISHODA

### RAZINE USVOJENOSTI

#### 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Opisuje uređaj za izvedbu odabranoga pokusa te bilježi opažanja.

#### DOBRA

Izvodi pokuse te prikupljene podatke prikazuje u obliku izvješća.

#### VRLO DOBRA

Samostalno izvodi pokuse.

#### IZNIMNA

Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama te prikupljene podatke prikazuje u obliku izvješća.

#### D.3.2.

Primjenjuje matematičke 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Izriče definicije fizikalnih veličina pišući odgovarajuće matematičke izraze.

#### DOBRA

Rješava zadatke koristeći se jednostavnim matematičkim izrazima.

#### VRLO DOBRA

Samostalno rješava zadatke prikazujući mjerne jedinice.

#### IZNIMNA

Samostalno kombinira matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka.

#### D.3.3.

Uočava zakonitosti uočavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, tablicama i grafovima

- 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.

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Sintetizira podatke prikupljene radom na tekstu, koristi se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica očitava podatke.

#### DOBRA

Koristi se crtežima za prikazivanje građe tvari te podatke prikazuje tablično ili grafovima pravilno označavajući koordinatne osi.

#### VRLO DOBRA

Uspoređuje crteže, tablične i grafičke prikaze te izvodi zaključke na temelju prikazanih rezultata.

#### IZNIMNA

Uočava zakonitosti uočavanjem podataka prikazanih tekstem, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima.

A

J

I

M

E

K

---

## 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.

---

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---





ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<p><b>ABC.4.1.</b></p> <p>Povezuje građu atoma s energijom te s fizikalnim i kemijskim svojstvima tvari</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje Bohrov model atoma.</li> <li>• Povezuje građu elektronskoga omotača s položajem kemijskoga elementa u periodnome sustavu elemenata.</li> <li>• Objasnjava 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.</li> </ul>	<p><b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b></p> <p>Navodi građu elektronskoga omotača atoma na temelju položaja elementa u periodnome sustavu te njegova fizikalna i kemijska svojstva s obzirom na položaj u periodnome sustavu elemenata.</p> <p>Opisuje svojstva elektromagnetskih valova te interakciju elektromagnetskoga zračenja i tvari.</p>
<p><b>BC.4.2.</b></p> <p>Analizira interakciju tvari s elektromagnetskim zračenjem</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Povezuje atomske spektre i građu elektronskoga omotača.</li> <li>• Istražuje primjenu spektroskopije u znanosti i tehnologiji.</li> <li>• Povezuje promjene energijskih stanja atoma ili molekule s emisijskim i apsorpcijskim spektrima na temelju boje plamena ili boje tvari.</li> </ul>	<p><b>DOBRA</b></p> <p>Opisuje kvantnomehanički model atoma i raspored elektrona u elektronskome omotaču na temelju položaja kemijskoga elementa u periodnome sustavu elemenata.</p> <p>Opisuje svojstva elektromagnetskih valova te međudjelovanje elektromagnetskoga zračenja i tvari.</p>
<p><b>D.4.3.</b></p> <p>Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izračunava energiju elektromagnetskoga zračenja.</li> <li>• Povezuje energiju elektromagnetskoga zračenja s molnom energijom ionizacije atoma.</li> <li>• Prikazuje elektronsku konfiguraciju atoma u osnovnome stanju i iona.</li> </ul>	<p>Objasnjava razliku između emisije i apsorpcije elektromagnetskoga zračenja.</p> <p>Rješava zadatke koristeći se jednostavnim matematičkim izrazima i izvodi mjerenja i/ili postupke koji su dio pokusa.</p> <p>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.</p>
<p><b>D.4.4.</b></p> <p>Primjenjuje matematička znanja i vještine</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prikazuje modelima čestičnu građu tvari.</li> <li>• Uspoređuje emisijske i apsorpcijske spektre atoma i molekula.</li> <li>• Aalizira podatke spektroskopskih prikaza.</li> <li>• Piše jednadžbe <math>\alpha</math> – i <math>\beta</math>-radioaktivnoga raspada.</li> </ul>	<p><b>VRLO DOBRA</b></p> <p>Objasnjava građu atoma, apsorpciju i emisiju elektromagnetskoga zračenja pri prijelazima te fizikalna i kemijska svojstva elementarnih tvari ovisno o energiji kemijske veze.</p> <p>Povezuje apsorpciju i emisiju elektromagnetskoga zračenja s prijelazom elektrona iz jednoga energijskog stanja u drugo.</p>
<p><b>D.4.5.</b></p> <p>Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima</p>		<p><b>IZNIMNA</b></p> <p>Povezuje građu atoma s apsorpcijom i emisijom elektromagnetskoga zračenja pri prijelazu elektrona iz jednoga energijskog stanja u drugo te fizikalna i kemijska svojstva elementarnih tvari i njihovih spojeva s polarnošću i energijom veze.</p> <p>Analizira apsorpcijske i emisijske spektre te istražuje primjenu spektroskopije.</p>

---

## 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,  $\alpha$  – i  $\beta$  – 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.

---

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---



## B / KEMIJA OKOLIŠA

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>C.4.5.</b> Analizira promjene energije tijekom izmjene i pretvorbe energije u okolišu	<ul style="list-style-type: none"><li>Istražuje izmjene energije u okolišu. Analizira promjene energije tijekom fotokemijskih reakcija u atmosferi te procesa koji vode do globalnoga zatopljenja.</li><li>Istražuje pojavu smoga i neke reakcije biogeokemijskih ciklusa ugljika, dušika, fosfora i vode.</li><li>Istražuje kemijske promjene koje uzrokuju stanjivanje ozonskoga sloja.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje promjene energije tijekom izmjene i pretvorbe energije u okolišu. Navodi kemijske promjene u atmosferi, hidrosferi i geosferi koje utječu na kvalitetu življenja. Opisuje utjecaj pesticida, umjetnih gnojiva, teških metala i spojeva arsena te halogeniranih organskih spojeva na čovjeka i okoliš.
<b>AB.4.7.</b> Analizira kemijske promjene na primjerima reakcija u okolišu	<ul style="list-style-type: none"><li>Istražuje kemijske promjene koje uzrokuju globalno zatopljenje.</li><li>Objašnjava utjecaj pesticida, teških metala i spojeva arsena na čovjeka i okoliš.</li><li>Objašnjava utjecaj umjetnih gnojiva na okoliš.</li><li>Istražuje utjecaj halogeniranih organskih spojeva na zagađivanje okoliša (npr. freona). Izvodi pokuse u okviru konceptata: Tvari, Promjene i procesi, Energija.</li></ul>	<b>DOBRA</b> Uspoređuje promjene energije tijekom izmjene i pretvorbe energije u okolišu. Objasnjava kemijske promjene u atmosferi, hidrosferi i geosferi koje utječu na kvalitetu življenja. Objasnjava 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.
<b>AB.4.8.</b> Kritički razmatra utjecaj tvari na čovjeka i okoliš	<ul style="list-style-type: none"><li>Analizira uzorke vode, zraka i tla u okviru teme Kemija okoliša.</li><li>Primjenjuje stehiometrijske odnose množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija.</li></ul>	<b>VRLO DOBRA</b> Istražuje promjene energije tijekom izmjene i pretvorbe energije u okolišu. Istražuje kemijske promjene u atmosferi, hidrosferi i geosferi koje utječu na kvalitetu življenja. Istražuje utjecaj pesticida, umjetnih gnojiva, teških metala i spojeva arsena te halogeniranih organskih spojeva na čovjeka i okoliš.
<b>D.4.9.</b> Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama	<ul style="list-style-type: none"><li>Grafički prikazuje i analizira podatke dobivene fizikalno-kemijskim mjerenjima (kiselinsko-bazne titracije, kinetička mjerenja, kalorimetrijska mjerenja...).</li><li>Uopćava podatke dobivene analizom uzoraka vode, zraka i tla.</li></ul>	<b>IZNIMNA</b> Analizira promjene energije tijekom fotokemijskih reakcija u atmosferi te procesa koji vode do globalnoga zatopljenja. Analizira kemijske promjene na primjerima reakcija u okolišu rješavajući problemske zadatke. Kritički razmatra ulogu kemije u očuvanju okoliša i kvalitete života.
<b>D.4.10.</b> Primjenjuje matematička znanja i vještine		
<b>D.4.11.</b> Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima		



---

## 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

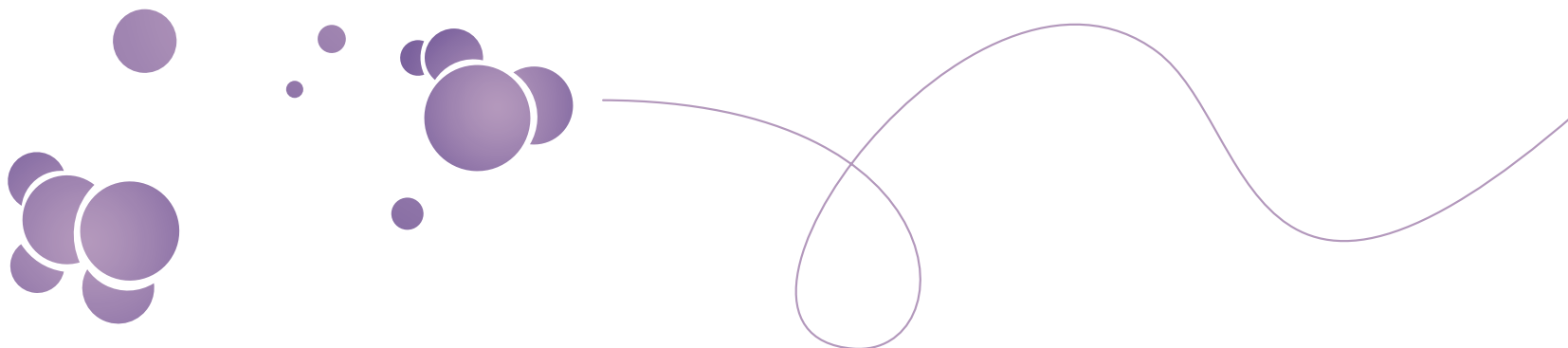
- Odabrani karakteristični pesticidi od povijesnoga i suvremenoga značenja: lindan, DDT, organofosforni spojevi, umjetna i mineralna gnojiva.
- Primijeniti analitičke postupke kvalitativne i kvantitativne analize vode, zraka i tla.
- Primjena i toksikologija teških metala (npr. Hg, Cd, Cr, Pb) i arsena 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.

---

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---



## C / KEMIJA ODABRANIH BIOMOLEKULA

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI
<b>A.4.12.</b> Istražuje svojstva, sastav i vrstu odabranih biomolekula primjenjujući kemijsko nazivlje i simboliku u okviru koncepta	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opisuje svojstva, sastav i vrstu odabranih spojeva.</li><li>• Povezuje strukturu odabranih biomolekula s njihovom funkcijom u organizmu. Istražuje ulogu odabranih spojeva.</li><li>• Objašnjava fizikalna i kemijska svojstva odabranih biomolekula.</li><li>• Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku u okviru koncepta.</li><li>• Istražuje kemijske promjene odabranih biomolekula.</li><li>• Primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku te se koristi matematičkim znanjima i vještinama u okviru koncepta.</li><li>• Objašnjava djelovanje enzima u organizmu (energija aktivacije).</li><li>• Objašnjava energijske pretvorbe tijekom biokemijskih reakcija na odabranome primjeru.</li></ul>	<b>ZADOVOLJAVAJUĆA</b> Opisuje svojstva, sastav i vrstu odabranih biomolekula navodeći definicije osnovnih pojmova kemijskog nazivlja i koristeći se kemijskom simbolikom te izvodi pokus u okviru koncepta. Navodi kemijske promjene odabranih biomolekula. Navodi energijske pretvorbe unutar organizma.
<b>B.4.13.</b> Istražuje kemijske promjene odabranih biomolekula	<ul style="list-style-type: none"><li>• Izvodi pokuse u okviru koncepta: Tvari, Promjene i procesi, Energija.</li><li>• Primjenjuje stehiometrijske odnose množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija u okviru tema.</li><li>• Prikazuje modelima čestičnu građu tvari. Grafički prikazuje i analizira podatke dobivene fizikalno-kemijskim mjerenjima (kiselinsko-bazne titracije, kinetička mjerenja, kalorimetrijska mjerenja...).</li></ul>	<b>DOBRA</b> 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.
<b>C.4.14.</b> Istražuje energijske pretvorbe tijekom biokemijskih reakcija		<b>VRLO DOBRA</b> Uspoređuje odabrane biomolekule prema svojstvima, sastavu i vrsti objašnjavajući značenje simboličkih prikaza. Samostalno rješava zadatke te izvodi zaključke na osnovi podataka prikupljenih tijekom izvođenja pokusa. Objašnjava kemijske promjene odabranih biomolekula primjenjujući eksperimentalne i matematičke vještine. Objašnjava energijske pretvorbe unutar organizma primjenjujući eksperimentalne i matematičke vještine.
<b>D.4.15.</b> Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama.		<b>IZNIMNA</b> Samostalno istražuje svojstva, sastav i vrstu odabranih biomolekula na temelju prikupljenih podataka primjenjujući kemijsko nazivlje, simboliku, grafičke prikaze te usvojene eksperimentalne i matematičke vještine. Istražuje kemijske promjene odabranih biomolekula primjenjujući kemijsku simboliku, eksperimentalne i matematičke vještine. Istražuje energijske pretvorbe tijekom biokemijskih reakcija na odabranome primjeru (ATP) primjenjujući kemijsku simboliku, eksperimentalne i matematičke vještine.
<b>D.4.16.</b> Primjenjuje matematička znanja i vještine		
<b>D.4.17.</b> Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima		

---

## 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

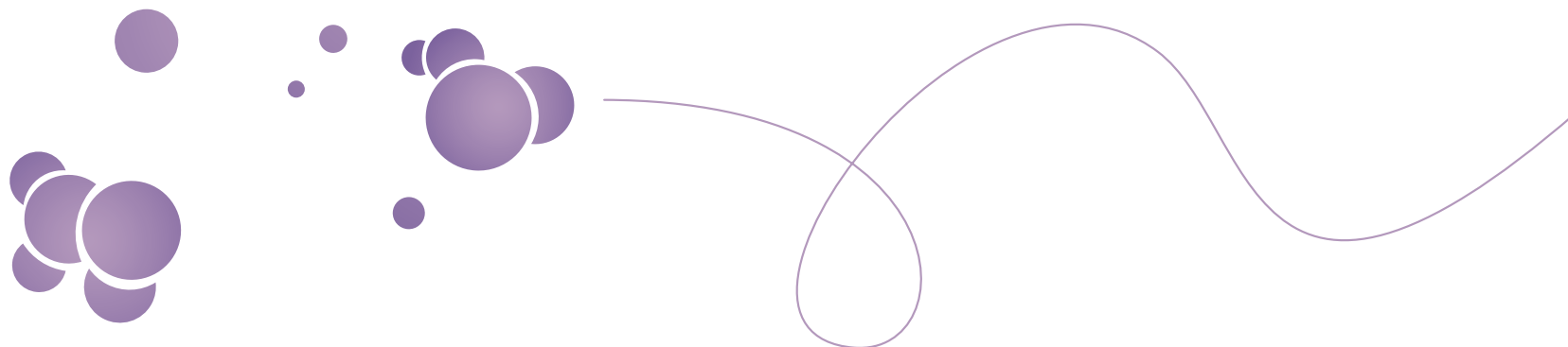
- U okviru teme Kemija odabranih biomolekula, u dijelu njihovih svojstava, potrebno je obraditi stereokemiju biomolekula (kiralnost, optička aktivnost), razine 3D strukture proteina, povezati strukturu proteina s njihovom funkcijom.

---

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---



## D / ZNANOST O MATERIJALIMA

### ISHOD

### RAZRADA ISHODA

### RAZINE USVOJENOSTI

#### C.4.18.

Predviđa promjene energije tijekom kemijskih promjena

- 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.

#### B.4.19.

Analizira kemijske promjene odabranih tvari

- Kritički vrednuje utjecaj materijala na čovjeka i okoliš.
- Kritički razmatra informacije o materijalima te procjenjuje njihovu važnost.
- Izvodi pokuse u okviru teme.

#### AB.4.20.

Povezuje svojstva odabranih tvari s njihovom primjenom

- 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...).

#### A.4.21.

Kritički razmatra informacije o materijalima

#### D.4.22.

Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama

#### D.4.23.

Primjenjuje matematička znanja i vještine

#### D.4.24.

Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Opisuje promjene energije tijekom kemijskih promjena odabranih spojeva koristeći se reakcijskim entalpijama ili entalpijskim vezama.

Navodi kemijske promjene na primjerima odabranih tvari u okviru preporučenih tema.

Opisuje svojstva i primjenu odabranih tvari u okviru preporučenih tema.

Prikuplja informacije o materijalima u okviru preporučenih tema koristeći se znanstvenom i stručnom literaturom.

#### DOBRA

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.

#### VRLO DOBRA

Istražuje promjene energije tijekom kemijskih promjena odabranih spojeva koristeći se reakcijskim entalpijama ili entalpijskim vezama.

Istražuje kemijske promjene odabranih tvari izvođenjem odgovarajućih pokusa primjenjujući matematičke vještine.

Istražuje svojstva i primjenu odabranih tvari u okviru preporučenih tema.

Prikazuje prikupljene informacije o materijalima u okviru preporučenih tema, u pisanome obliku.

#### IZNIMNA

Predviđa promjene energije tijekom kemijskih promjena odabranih spojeva koristeći se reakcijskim entalpijama ili entalpijskim vezama.

analizira kemijske promjene i upotrebu odabranih tvari u okviru preporučenih tema razmatrajući njihov utjecaja na čovjeka i okoliš.

Povezuje svojstva odabranih tvari u okviru preporučenih tema s njihovom primjenom.

Kritički razmatra točnost i razlučuje bitne od nebitnih informacija o materijalima u okviru preporučenih tema.



---

## 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 odabire 2-3 teme prema programu škole i interesu učenika.
- Anorganski i organski polimeri.
- Prirodni i sintetski polimeri.
- Alotropija ugljika: procesi dobivanja, svojstva i osnovne reakcije uz primjenu fullerena, nanocjevčica, grafena, grafita i dijamanta.
- Organski polimeri – tumačenje svojstava i primjena na temelju strukture: celuloza, guma, najlon, kevlar, teflon, stiropor, plastične mase, vinil-polimeri.
- Bojila i pigmenti.
- Osnove razvoja farmaceutske industrije: spoj kao lijek i otrov.
- Biološko djelovanje odabranih lijekova koje imaju povijesno značenje za čovječanstvo: sedativi (npr. talidomid), antipiretici (npr. acetilsalicilna kiselina), antibiotici (npr. penicilin, azitromicin), citostatici (npr. cisplatin).

## POVEZANOST

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---





## E / KEMIJA KOLOIDA

### ISHOD

### RAZRADA ISHODA

### RAZRADA ISHODA

#### AB.4.25.

Istražuje svojstva, sastav, vrstu i dobivanje koloidnih sustava

- 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.

#### BC.4.26.

Povezuje utjecaj različitih čimbenika sa stabilnosti koloidnih sustava

- 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.

#### AB.4.27.

Kritički razmatra utjecaj i primjenu koloidnih sustava na život čovjeka i okoliš

- Izračunava površinu i brojevnu koncentraciju koloidnih čestica.
- Prikazuje modelima čestičnu građu tvari.

#### D.4.28.

Povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama

- Prikazuje modelima čestičnu građu tvari.

#### D.4.29.

Primjenjuje matematička znanja i vještine

#### D.4.30.

Uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima

#### ZADOVOLJAVAJUĆA

Navodi svojstva, sastav, vrstu i metode dobivanja koloida.

Koristi se matematičkim vještinama i izvodi pokus u okviru koncepta.

Razlikuje hidrofилne i hidrofobne koloidne čestice .

Navodi čimbenike koji utječu na stabilnost koloidnih sustava.

#### DOBRA

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 broječnih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu prikaza u drugu.

#### VRLO DOBRA

Uspoređuje koloidne sustave prema svojstvima, sastavu i vrsti, samostalno rješava zadatke i izvodi zaključke na osnovi podataka prikupljenih tijekom izvođenja pokusa.

Objašnjava djelovanje čimbenika koji utječu na stabilnost koloidnih sustava.

Istražuje svojstva i primjenu koloidnih sustava i njihov utjecaj na čovjekov život i okoliš.

#### IZNIMNA

Samostalno analizira svojstva, sastav i vrstu koloidnih sustava na temelju prikupljenih podataka.

Primjenjuje naučene eksperimentalne i računske metode te grafičke prikaze.

Povezuje utjecaj međupovršinskoga sloja i površinskoga naboja sa stabilnosti koloidnih sustava.

Kritički razmatra fizikalna i kemijska svojstva, primjenu koloidnih sustava i njihov utjecaj na čovjekov život i okoliš.



---

### **SADRŽAJ**

- Vrste koloidnih otopina prema agregacijskom stanju disperzne faze i disperznoga sredstva, međudjelovanja čestica koloida, načini 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).

---

### **POVEZANOST**

ovisno o temi: biologija, fizika, matematika, informatika, hrvatski jezik, geografija

---

PRILOG

2.

**Prikaz godišnjeg broja sati  
i oblika izvođenja nastavnoga  
predmeta Kemija u osnovnoj školi  
i gimnazijama**

Prikaz godišnjeg broja sati i oblika izvođenja predmeta Kemija u osnovnoj školi

RAZRED	BROJ SATI
7. RAZRED	70 obvezno
8. RAZRED	70 obvezno

Prikaz godišnjeg broja sati i oblika izvođenja predmeta Kemija u gimnazijama

RAZRED	1.	2.	3.	4.
OPĆA	70 obvezno	70 obvezno	70 obvezno	64 obvezno
JEZIČNA	70 obvezno	70 obvezno	70**	64**
KLASIČNA	70 obvezno	70 obvezno	70 obvezno	64 obvezno
PRIRODOSLOVNO- -MATEMATIČKA	70 obvezno	70 obvezno	70 obvezno	64 obvezno

Prikaz godišnjeg broja sati i oblika izvođenja predmeta Kemija s vježbama u prirodoslovnoj gimnaziji

RAZRED	1.	2.	3.	4.
PRIRODOSLOVNA	140 obvezno	140 obvezno	140 obvezno	128 obvezno

\*\*U jezičnoj gimnaziji u trećem i četvrtom razredu umjesto jednog predmeta iz prirodne skupine predmeta (fizike, kemije i biologije) mogu se birati prošireni programi stranih jezika ili III. strani jezik.

PRILOG

3.

## Popis preporučenih kvalifikacija za učitelje i nastavnike Kemije

Prema Pravilniku o odgovarajućoj vrsti obrazovanja učitelja i stručnih suradnika u **osnovnoj školi**

TOČKE	STUDIJSKI PROGRAM I SMJER	VRSTA I RAZINA STUDIJA	STEČENI AKADEMSKI NAZIV
A/	Kemija smjer: nastavnički	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diplomski sveučilišni studij</li> <li>• integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij</li> </ul>	magistar edukacije kemije
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sveučilišni dodiplomski studij</li> </ul>	profesor kemije
	Biologija i kemija/ Kemija i biologija smjer: nastavnički	<ul style="list-style-type: none"> <li>• integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij</li> <li>• diplomski sveučilišni studij</li> </ul>	magistar edukacije biologije i kemije / magistar edukacije kemije i biologije
	Fizika i kemija/ Kemija i fizika smjer: nastavnički	<ul style="list-style-type: none"> <li>• integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij</li> </ul>	magistar edukacije fizike i kemije / magistar edukacije kemije i fizike
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sveučilišni dodiplomski studij</li> </ul>	profesor fizike i kemije profesor kemije i fizike
B/	Kemija smjer: znanstveni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diplomski sveučilišni studij</li> <li>• sveučilišni dodiplomski studij</li> </ul>	magistar kemije diplomirani inženjer kemije
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• diplomski sveučilišni studij</li> <li>• integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij</li> </ul>	magistar bez obzira na akademski naziv s najmanje 55 ECTS bodova iz kemije
	Drugi studijski program s minimalno 55 ECTS bodova iz kemije	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sveučilišni dodiplomski studij</li> </ul>	diplomirani inženjer bez obzira na akademski naziv s odgovarajućim ekvivalen- tom predmeta iz kemije
C/	Kemija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• preddiplomski sveučilišni studij</li> </ul>	sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) kemije
	Biologija i kemija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• preddiplomski sveučilišni studij</li> </ul>	sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) biologije i kemije

Prema Pravilniku o stručnoj spremi i pedagoško-psihološkom obrazovanju nastavnika u **srednjem školstvu**

- prof. kemije
- dipl. ing. kemije
- dipl. ing. kemijske tehnologije
- dipl. kemijski inženjer
- dipl. ing. biotehnologije
- dipl. kemijski inženjer
- dipl. ing. biotehnologije

