

**ISPITNI CENTAR CRNE GORE**

***INFORMATOR ZA DRŽAVNO TAKMIČENJE IZ  
HEMIJE  
2018.***

## Razlozi zbog kojih bi trebalo da se takmičite

Dragi učenici, školska takmičenja i uopšte takmičenja u znanju, pružaju puno mogućnosti za vas; to je prvenstveno mogućnost da pokažete svoj talenat ali i idealni početak za postizanje veće i značajnije stvari u životu. Ako ste srednjoškolac, takmičenje predstavlja i nekonvencionalni, ali efikasan način da omogućite sebi buduće stažiranje, stipendije, željenu profesiju i mogućnost da se bavite problemima od značaja za savremeno doba i društvo. Evo još nekih bitnih razloga zašto bi ste se trebali pripremati i učestvovati na takmičenju:

- Mnogi učenici smatraju da je teško izraziti svoj talenat i sklonost prema određenoj naučnoj disciplini u školi. Ispiti i grupni zadaci ne mogu uvijek pokazati jedinstvene vještine učenika ili precizno izmjeriti njegove sposobnosti da primjenjuju stečena znanja u rješavanju problema savremenog doba. Učešćem na takmičenju dobijate novu priliku da pokažete svoj talent i primijenite svoje vještine i znanje. S druge strane, eventualno osvojena nagrada sa takmičenja, značajno može pomoći da ostvarite svoje obrazovne, ali i buduće profesionalne ciljeve.
- Takmičenje može biti dobar način da se povežete sa stručnjacima iz oblasti vašeg interesovanja, u okruženju koje vas i vaše sposobnosti stavlja u prvi plan.
- Strast, interes za specifičnu naučnu disciplinu kojom volite da se bavite i trud, može vas pogurati daleko naprijed, ne samo na takmičenjima, nego i u životu uopšte, prikazujući široku paletu vaših vještina i talenat u najboljem svijetlu i sigurno će vam pomoći da se istaknete.
- Jasno je, da neće svaki učenik koji odluči da se takmiči pobijediti. Međutim, ako ne osvojite željeno mjesto na takmičenju, i dalje ćete imati veliku korist od same mogućnosti izazvati sebe i pokušaja postizanja cilja, jer u procesu, vi ćete naučiti mnoge nove stvari i razviti nove vještine, i zato ne brinite, čak i ako ne pobijedite, i dalje možete koristiti ono što ste stekli iskustvom i uložnim trudom.
- Važna stvar koju treba primjetiti je da vaš takmičarski izazov je proces, a ne konačna tačka. Bilo koji uspjeh (ili mogući neuspjeh) je samo još jedan korak ka sledećoj stepenici uspona na vašem putu. Dakle, bez obzira na ishod, usredsredite se na ono što ste stekli, i način kako sebe razvijati dalje.

Bitno je da naglasimo i odgovorimo još jednom na pitanje koje vas sigurno brine, šta ako ne osvojite željeno mjesto na takmičenju u kome učestvujete? Zapamtite, vrijeme potrošeno na pripreme nije vrijeme izgubljeno; to je vrijeme provedeno u učenju, rastu, napretku i prevazilaženju teškoća. Takmičenje treba da vam pruži bogato i stimulatívno životno iskustvo koje će vam omogućiti da primjenjujete svoje znanje i iskustvo na specifične, konkretne i praktične probleme i zadatke, a ako ne pobijedite ovaj put, samo pokušajte ponovo. Što češće učestvujete, to ćete bolji biti.

## Takmičenje iz hemije

Primarna svrha takmičenja iz hemije za učenike osnovnih i srednjih škola jeste da na jedan popularan, atraktivan i, prije svega, logičan način stimuliše kod učenika ljubav prema hemiji kao nauci, a kroz samostalnu izradu problemskih zadataka da kod njih razvije kreativno i logičko povezivanje hemijskih pojmova, cjelina, fenomena i osobina samih hemijskih elemenata i jedinjenja. Imajući u vidu da učenici-takmičari, pored navedenih osobina, treba da posjeduju i znanja koja u određenoj mjeri prevazilaze aktuelni nastavni plan i program iz hemije za osnovne i srednje škole, u ovom programu takmičenja je dat pregled nastavnih jedinica koje je neophodno usvojiti za dobar uspjeh na takmičenju, ali i jedan broj jedinica koje je potrebno savladati u cilju još kompletnijeg i obuhvatnijeg ovladavanja hemijskim pojmovima, uočavanja novih relacija među hemijskim činjenicama, ali i podsticanje kritičkog mišljenja i razmišljanja u domenu rješavanja hemijske problematike koja prevazilazi primarni školski nivo. Poseban akcenat prilikom definisanja takmičarskih zadataka i tematike i oblasti želimo da usmjerimo ka pravcu približavanja znanja crnogorskih takmičara nivoima koji su potrebni za Međunarodna takmičenja i olimpijade iz oblasti hemije.

# Oblasti hemije koje pokriva takmičenje

## OSNOVNA ŠKOLA

### 1. SASTAV I STRUKTURA MATERIJE

- ❖ Materija i supstanca. Fizička i hemijska svojstva supstanci
- ❖ Fizičke i hemijske promjene supstanci
- ❖ Elementi i jedinjenja
- ❖ Smješe. Podjela. Načini razdvajanja komponenti iz smješa
- ❖ Atom. Struktura atoma
- ❖ Relativna atomska i molekulska masa
- ❖ Elektronski omotač i elektronski nivoi
- ❖ Periodni sistem elemenata. Grupe i periode
- ❖ Kovalentna veza. Luisove formule
- ❖ Jonska veza
- ❖ Valenca elemenata u jedinjenjima

### 2. OSNOVI HEMIJSKOG RAČUNA

- ❖ Maseni udio
- ❖ Rastvorljivost. Procentni sastav rastvora
- ❖ Količina supstance i molarna masa
- ❖ Molarna zapremina. Broj čestica. Avogadrov broj
- ❖ Količinska koncentracija
- ❖ Empirijska i molekulska formula jedinjenja

### 3. HEMIJSKE REAKCIJE I HEMIJSKE JEDNAČINE

- ❖ Tipovi hemijskih reakcija - analiza i sinteza
- ❖ Zakon održanja mase
- ❖ Zakon stalnih masenih odnosa
- ❖ Izračunavanja na osnovu količinskih odnosa i hemijskih jednačina

#### 4. RASTVORI ELEKTROLITA

- ❖ Elektrolitička disocijacija kiselina, baza i soli
- ❖ pH-vrijednost kao mjerilo kiselosti

#### 5. ELEMENTI PERIODNOG SISTEMA I NEORGANSKA JEDINJENJA

- ❖ Nemetali. Oksidi nemetala i kiseline
  - Vodonič – fizičke i hemijske osobine, reakcije i jedinjenja
  - Kiseonik – fizičke i hemijske osobine, reakcije i jedinjenja
  - Sumpor – fizičke i hemijske osobine, reakcije i jedinjenja
  - Azot – fizičke i hemijske osobine, reakcije i jedinjenja
  - Fosfor – fizičke i hemijske osobine, reakcije i jedinjenja
  - Ugljenik – fizičke i hemijske osobine, reakcije i jedinjenja
  - Halogeni elementi – fizičke i hemijske osobine, reakcije i jedinjenja
- ❖ **Metali. Oksidi metala i hidroksidi (baze)**
  - Natrijum - fizičke i hemijske osobine, reakcije i jedinjenja
  - Kalcijum i magnezijum – fizičke i hemijske osobine, reakcije i jedinjenja
  - Gvožđe, aluminijum, bakar, olovo, cink – fizičke i hemijske osobine, reakcije i jedinjenja
- ❖ **Soli**
  - Načini dobijanja i primjena soli
  - Neutralizacija. Kisele i bazne soli

#### 6. UGLJOVODONICI

- ❖ Alkani i cikloalkani – dobijanje, nomenklatura, fizičke i hemijske osobine
- ❖ Alkeni – dobijanje, nomenklatura, fizičke i hemijske osobine. Polimeri
- ❖ Alkini – dobijanje, nomenklatura, fizičke i hemijske osobine
- ❖ Aromatični ugljovodonici – dobijanje, nomenklatura, fizičke i hemijske osobine

## **7. ORGANSKA JEDINJENJA SA KISEONIKOM**

- ❖ Alkoholi – dobijanje, nomenklatura, fizičke i hemijske osobine
- ❖ Etri – dobijanje, nomenklatura, fizičke i hemijske osobine
- ❖ Fenoli – dobijanje, fizičke i hemijske osobine
- ❖ Aldehidi i ketoni – dobijanje, nomenklatura, fizičke i hemijske osobine
- ❖ Karboksilne kiseline – dobijanje, nomenklatura, fizičke i hemijske osobine
- ❖ Estri karboksilnih kiselina

## **8. BIOLOŠKI VAŽNA ORGANSKA JEDINJENJA**

- ❖ Masti i ulja
  - Kisela i bazna hidroliza masti i ulja. Sapuni
- ❖ Ugljeni hidrati
  - Monosaharidi – struktura, fizičke i hemijske osobine
  - Disaharidi – struktura, fizičke i hemijske osobine
  - Polisaharidi – struktura, fizičke i hemijske osobine
- ❖ Peptidi i proteini
  - Aminokiseline
  - Peptidi, proteini, enzimi
  - Dokazivanje sastava proteina. Denaturacija

# SREDNJA ŠKOLA

## 1. STEHIOMETRIJA

- ❖ Značenje hemijskih simbola i formula
- ❖ Količina supstance i molarna masa
- ❖ Molarna zapremina. Jednačina stanja idealnog gasa
- ❖ Broj čestica. Avogadrov broj
- ❖ Empirijska i molekulska formula jedinjenja
- ❖ Izračunavanja na osnovu količinskih odnosa i hemijskih jednačina
- ❖ Limitirajući reaktant. Prinos reakcije

## 2. STRUKTURA ATOMA

- ❖ Subatomske čestice. Izotopi
- ❖ Izgradnja elektronskog omotača. Kvantni brojevi
- ❖ Elektronska konfiguracija
- ❖ Određivanje grupe i periode na osnovu konfiguracije
- ❖ Periodična svojstva elemenata
- ❖ Izgradnja Periodnog sistema elemenata
- ❖ Energija jonizacije i afinitet prema elektronu. Elektronegativnost

## 3. HEMIJSKE VEZE

- ❖ Jonska veza
- ❖ Kovalentna veza. Luisove formule
- ❖ Hibridizacija. Tipovi hibridizacije. Prostorni oblici (geomterija) molekula
- ❖ Polarnost veze i polarnost molekula
- ❖ Međumolekulske interakcije. Vodonična veza
- ❖ Metalna veza
- ❖ Koordinativna hemijska veza. Kompleksna jedinjenja
- ❖ Agregatna stanja i fazni prelazi (topljenje, ključanje, sublimacija)

#### 4. RASTVORI

- ❖ Rastvori i disperzni sistemi. Podjela
- ❖ Rastvorljivost
- ❖ Maseni udio
- ❖ Količinska i masena koncentracija rastvora
- ❖ Molalna koncentracija
- ❖ Pravljenje rastvora kristalohidrata
- ❖ Koligativna svojstva rastvora (osmotski pritisak, povišenje temperature ključanja, sniženje temperature mržnjenja)
- ❖ Slabo rastvorna jedinjenja. Proizvod rastvorljivosti

#### 5. HEMIJSKE REAKCIJE

- ❖ Energetske promjene pri hemijskim reakcijama
  - Vrste hemijskih reakcija prema toplotnom efektu
  - Entalpija reakcije. Energija aktivacije
  - Toplota reakcije. Hesov zakon
- ❖ Hemijska kinetika – brzina hemijske reakcije
  - Faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije
  - Katalizatori
- ❖ Hemijska ravnoteža
  - Konstanta hemijske ravnoteže
  - Faktori koji utiču na hemijsku ravnotežu. Le Šateljejev princip

#### 6. KISELINE, BAZE I SOLI

- ❖ Rastvori elektrolita. Elektrolitička disocijacija
- ❖ Arenijusova teorija kiselina i baza
- ❖ Jaki i slabi elektroliti. Stepen i konstanta disocijacije
- ❖ Jonske reakcije



- ❖ Protolitička teorija kiselina i baza
- ❖ Luisova teorija kiselina i baza
- ❖ Protolitičke ravnoteže u vodi – hidroliza
- ❖ pH-vrijednost vodenih rastvora
- ❖ Pufferi

## 7. OKSIDO-REDUKCIONE REAKCIJE

- ❖ Izračunavanje oksidacionih brojeva elemenata u jedinjenju
- ❖ Određivanje koeficijenata u jednačinama oksido-redukcionih procesa
- ❖ Oksidaciona i redukciona sredstva
- ❖ Naponski niz metala
- ❖ Elektrodni potencijal
- ❖ Galvanski spregovi
- ❖ Elektroliza. Faradejevi zakoni elektrolize

## 8. ELEMENTI U PERIODNOM SISTEMU

- ❖ Atomski i maseni broj. *s*-,*p*-,*d*- i *f*- elementi. Metali i nemetali
- ❖ Vodonik. Voda. Tvrdoća vode
- ❖ Alkalni metali (elementi 1. grupe Periodnog sistema)
- ❖ Zemnoalkalni metali (elementi 2. grupe Periodnog sistema)
- ❖ Elementi grupe bora (elementi 13. grupe Periodnog sistema)
  - Aluminijum
- ❖ Elementi grupe ugljenika (elementi 14. grupe Periodnog sistema)
  - Ugljenik
  - Silicijum
- ❖ Elementi grupe azota (elementi 15. grupe Periodnog sistema)
  - Azot
  - Fosfor
- ❖ Halkogeni elementi (elementi 16. grupe Periodnog sistema)

- Kiseonik
- Sumpor
- ❖ Halogeni elementi (elementi 17. grupe Periodnog sistema)
  - Hlor
- ❖ Prelazni metali i najznačajniji predstavnici (hrom, mangan, gvožđe, kobalt)
- ❖ Plemeniti metali i najznačajniji predstavnici (bakar, srebro, zlato)

## 9. UGLJOVODONICI

### ❖ Alkani

- Dokazivanje ugljenika i vodonika u organskom jedinjenju
- Dobijanje alkana. Struktura. Nomenklatura. Konformacije
- Fizičke osobine alkana
- Hemijske osobine alkana (sagorijevanje, piroliza, halogenovanje)

### ❖ Alkeni

- Struktura alkena. Nomenklatura. Stabilnost dvostruke veze. Vrste izomerije
- Dobijanje i fizička svojstva alkena
- Elektrofилne adicije na dvostrukoj vezi (katalitička hidrogenizacija, halogenovanje alkena, adicija halogenovodonika, adicija vode)
  - Oksidacione reakcije alkena
  - Polimerizacije
  - Anti-Markovnikovljeve adicije
  - Dieni – podjela, nomenklatura, karakteristične reakcije

### ❖ Alkini

- Dobijanje alkina. Nomenklatura.
- Hemijske osobine alkina. Acetilidi
- Oksidacione reakcije alkina. Reakcije elektrofилne adicije

### ❖ Cikloalkani

- Dobijanje i imenovanje cikličnih alkana.
- Napon prstena. Konformaciona analiza cikloalkana

- Reakcije cikličnih alkana

#### ❖ **Aromatični ugljovodonici**

- Struktura benzena. Aromatičnost i Hikelovo pravilo
- Nomenklatura i dobijanje aromatičnih ugljovodonika. Fizičke osobine arena
- Elektrofilne aromatične supstitucije (halogenovanje, nitrovanje, sulfonovanje, Friedel-Crafts-ovo alkilovanje i acilovanje)
- Adicione reakcije aromatičnih jedinjenja
- Oksidacije benzilnog položaja
- Direkcionni efekti supstituenata na benzenu

#### ❖ **Halogeni derivati ugljovodonika**

- Dobijanje i fizičke osobine halogenih derivata ugljovodonika
- Dokazivanje halogenih elemenata u organskom jedinjenju
- Supstitucione reakcije halogenalkana. Mehanizmi SN1 i SN2
- Eliminacione reakcije halogenalkana. Mehanizmi E1 i E2
- Kompeticija između eliminacione i supstitucione reakcije
- Reakcije halogenalkana sa metalima (Vurcova i Vilijamsonova sinteza)
- Organometalna jedinjenja. Grinjarov reagens (reakcije sa karbonilnim jedinjenjima, vodom i ugljenik(IV)-oksidom).

#### ❖ **Optička izomerija (enantiomeri, diastereoizomeri, mezo-jedinjenja, racemske smješe)**

### **10. ORGANSKA JEDINJENJA SA KISEONIKOM**

#### ❖ **Alkoholi**

- Nomenklatura, podjela i dobijanje alkohola
- Fizičke osobine alkohola. Vodonična veza
- Kiselinsko-bazne osobine alkohola. Alkoksidi (alkoholati)
- Esterifikacija
- Nukleofilne supstitucione reakcije alkohola (reakcije sa halogenovodoničnim kiselinama, halogenidima fosfora i tionil-hloridom). Lucas-ov test
- Dehidratacione reakcije alkohola. Akroleinska reakcija

- Oksidacione reakcije alkohola. Sagorijevanje

#### ❖ Fenoli

- Struktura, dobijanje i imenovanje fenola
- Kiselinsko-bazne osobine fenola. Fenolati
- Elektrofилne aromatične supstitucije fenola
- Oksidacija fenola. Kolbe-ova sinteza. Reakcije OH-grupe fenola (esterifikacije)

#### ❖ Etri

- Dobijanje etara. Nomenklatura i podjela
- Fizičke i hemijske osobine. Raskidanje etarske veze. Etarski peroksidi
- Ciklični etri. Epoksidi: dobijanje, reakcije sa nukleofilima
- Heterociklična jedinjenja koja sadrže kiseonik: furan i tetrahidrofuran

#### ❖ Aldehidi i ketoni

- Struktura i nomenklatura aldehida i ketona
- Dobijanje aldehida i ketona
- Katalitička hidrogenizacija aldehida i ketona
- Oksidacija aldehida. Tollens-ova i Fehling-ova reakcija
- Energična oksidacija ketona
- Adicija vode na aldehide i ketone
- Reakcije aldehida i ketona sa alkoholima (hemiacetali i acetali)
- Reakcije aldehida i ketona sa cijanovodonikom i dalje transformacije proizvoda
- Reakcije aldehida i ketona sa amonijakom i derivatima amonijaka (dobijanje imina, hidrazona, oksima, fenil-hidrazona i semikarbazona)
- Reakcije na  $\alpha$ -C atomu: halogenovanja i alkilovanja karbonilnih jedinjenja. Jodoformska reakcija
- Aldolna reakcija (samokondenzacija, ukrštena, intramolekulska)

#### ❖ Karboksilne kiseline

- Klasifikacija, dobijanje i imenovanje karboksilnih kiselina
- Fizičke osobine. Agregatna stanja i rastvorljivost u vodi

- Kiselost i građenje soli. Induktivni uticaj supstituenata u nizu na kiselost karboksilnih kiselina
- Redukcija karboksilne grupe i dekarboksilacija kiselina
- Dikarboksilne kiseline. Primjeri. Građenje kiselih i neutralnih soli i estara
- Dehidratacija i dekarboksilacija dikarboksilnih kiselina
- Hemijske osobine nezasićenih i supstituisanih karboksilnih kiselina

#### ❖ **Derivati karboksilnih kiselina**

- Dobijanje derivata karboksilnih kiselina. Poređenje po reaktivnosti
- Hloridi kiselina: dobijanje i imenovanje. Acil-grupe
- Hidroliza hlorida kiselina. Reakcija acilovanja
- Alkoholiza i amonoliza hlorida kiselina
- Anhidridi kiselina: dobijanje simetričnih i mješovitih anhidrida
- Dobijanje anhidrida dikarboksilnih kiselina
- Hidroliza anhidrida kiselina
- Amoniliza i alkoholiza anhidrida kiselina
- Fizičke osobine hlorida i anhidrida karboksilnih kiselina
- Amidi kiselina. Podjela, nomenklatura i dobijanje. Laktami
- Hidroliza i alkoholiza amida
- Reakcija amida sa nitritnom kiselinom
- Redukcija amida
- Estri karboksilnih kiselina - nomenklatura i dobijanje estara
- Fizičke osobine estara karboksilnih kiselina
- Intramolekulska esterifikacija. Laktoni
- Hidroliza estara (kiselno- i bazno-katalizovana)
- Amoniliza i alkoholiza (transesterifikacija) estara
- Reakcija estara sa Grinjarovim reagensom
- Redukcija estara
- Derivati ugljene kiseline: urea (karbamid), fozgen, dialkil-karbonati i uretani

## 11. ORGANSKA JEDINJENJA AZOTA I SUMPORA

### ❖ Amini

- Dokazivanje azota u organskom jedinjenju
- Podjela i nomenklatura amina
- Vodonične veze kod amina. Rastvorljivost i tačke ključanja
- Dobijanje amina
- Baznost amina i građenje soli
- Reakcija amina sa nitritnom kiselinom
- Kvaternarne amonijum-soli
- Heterociklična jedinjenja koja sadrže azot: pirol, pirolidin, piridin i piperidin

### ❖ Nitro-jedinjenja

- Nomenklatura i fizičke osobine nitro-jedinjenja
- Dobijanje nitro-jedinjenja
- Termička stabilnost nitro-jedinjenja. Važniji eksplozivi

### ❖ Organska jedinjenja sumpora

- Dokazivanje sumpora u organskom jedinjenju
- Tioli: nomenklatura i dobijanje
- Sulfidi: nomenklatura i dobijanje
- Oksidacija tiola pomoću joda
- Oksidacija tiola pomoću kalijum-permanganata – sulfenske, sulfinske i sulfonske kiseline
- Građenje nerastvornih merkaptida sa solima teških metala
- Oksidacije sulfida pomoću  $H_2O_2$  – sulfoksidi i sulfoni
- Dobijanje trialkilsulfonijum-soli
- Sulfonske kiseline – nomenklatura, kiselost i dobijanje
- Heterociklična jedinjenja koja sadrže sumpor: tiofen

## 12. PRIRODNI PROIZVODI

### ❖ Ugljeni hidrati

- Monosaharidi (aldoze, ketoze)
- Poluacetalni oblici monosaharida – furanozne i piranozne forme
- Hemijske reakcije monosaharida – oksidacione, dehidratacione i kondenzacione reakcije
- Oligosaharidi
- Polisaharidi – skrob i celuloza

### ❖ Lipidi

- Trigliceridi: više masne kiseline, glicerol. Dobijanje triglicerida
- Hidroliza masti i ulja. Saponifikacija, sapuni i detergents
- Fosfolipidi i sfingolipidi
- Steroidi-holesterol i žučne kiseline

### ❖ Proteini

- Strukture i podjela prirodnih aminokiselina
- Oblici aminokiselina u čvrstom stanju i u vodenom rastvoru („zwitter“-jon)
- Oblik aminokiseline u zavisnosti od *pH*-sredine. Izoelektrična tačka
- Reakcije karboksilne grupe: građenje soli, esterifikacija, dekarboksilacija, amonoliza
- Reakcije amino-grupe: građenje soli, transaminacija, reakcija sa  $\text{HNO}_2$
- Reakcije bočnih nizova aminokiselina
- Građenje peptida. Peptidna veza
- Proteini. Nivoi strukture proteina
- Denaturacija proteina

## 12. BIOLOŠKI AKTIVNA ORGANSKA JEDINJENJA

### ❖ Enzimi

- Klasifikacija i priroda enzima
- Koenzimi i kofaktori
- Mehanizmi enzimskih reakcija
- Uticaj različitih faktora na aktivnost enzima

### ❖ Vitamini i hormoni

- Vitamini rastvorni u lipidima
- Vitamini rastvorni u vodi
- Hormoni derivati aminokiselina
- Polipeptidni hormoni
- Steroidni hormoni

### ❖ Alkaloidi i antibiotici

- Biološki značaj i podjela alkaloida
- Biološki značaj i podjela antibiotika



# LITERATURA

## OSNOVNA LITERATURA

Ovdje spada sva udžbenička i dopunska literatura (zbirke zadataka) iz hemije za 8. i 9. razred osnovne škole, kao i za 1., 2., 3. i 4. razred srednje škole, dobrena od Zavoda za udžbenike i nastavna sredstva-Podgorica.

## DODATNA LITERATURA

D. Anđelković, T. Nedeljković, **Hemija 7** – udžbenik hemije za 7. razred osnovne škole, Logos – Beograd, 2013.

D. Anđelković, T. Nedeljković, **Hemija 8** – udžbenik hemije za 8. razred osnovne škole, Logos – Beograd, 2013.

M. Sikirica, **Stehiometrija**, Školska knjiga-Zagreb, 2008.

T. Nedeljković, **Opšta hemija 1** – udžbenik za prvi razred srednje škole, Logos-Beograd, 2013.

D. Turčinović, I. Halasz, **Opća kemija 1** - udžbenik kemije u 1. razredu gimnazije, Školska knjiga-Zagreb, 2015.

D. Hus, M. Herak, F. Novosel, **Opća kemija 2** - udžbenik kemije u 2. razredu gimnazije, Školska knjiga-Zagreb, 2014.

B. Tkalčec, A. Petreski, **Kemijski elementi i njihovi spojevi** - udžbenik kemije u 2. razredu gimnazije, Školska knjiga-Zagreb, 2014.

T. Nedeljković, **Organska hemija** – udžbenik za treći razred srednje škole, Logos-Beograd, 2015.

V. Petrović-Peroković, D. Turčinović, I. Halasz, **Kemija ugljikovih spojeva** - udžbenik kemije u 4. razredu gimnazije, Školska knjiga-Zagreb, 2014.

J. Petrović, S. Velimirović, **Hemija** za 4. razred gimnazije, Zavod za udžbenike, Beograd, 2015.

V. Petrović, I. Đurašević, D. Verbanac, **Biokemija** - udžbenik za 3. razred medicinskih i zdravstvenih škola, Školska knjiga-Zagreb, 2014.

*Informator je izrađen u saradnji sa stručnim saradnikom doc. dr Miljanom Bigovićem.*