

1. RAZRED SREDNJE ŠKOLE

# PRIRUČNIK ZA NASTAVNIKE KEMIJE

**Naručitelj i nakladnik:** Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET

**Voditeljica projekta:** Mirta Ambruš Maršić

**Urednica:** Anita Terzić Šunjić, prof.

**Autori:** Aleksandra Habuš, prof. savjetnik, Snježana Liber, prof. savjetnik

**Stručnjak za metodičko oblikovanje nastavnih sadržaja:** doc. dr. sc. Roko Vladušić

**Savjetnik za metodičko oblikovanje nastavnih sadržaja:** doc. dr. sc. Ivan Vicković

**Stručnjaci za inkluzivno obrazovanje:** Mara Modrić, prof. rehab., prof. dr. sc. Zrinjka Stančić

**Metodički recenzent:** doc. dr. sc. Valentina Pavić

**Sadržajni recenzent:** Dubravka Turčinović, dipl. ing.

**Inkluzivni recenzent:** doc. dr. sc. Katarina Pavičić Dokoza

**Prijelom:** Ivan Belinec

**Lektura:** Tanja Konforta, Marina Fakac

**Izvori fotografija:** Getty Images/Guliver image, Science Photo Library, Shutterstock, Pixabay, FreedImage

**Izvoditelj:** Profil Klett d.o.o.

**Podizvoditelji:** Centar Inkluzivne potpore IDEM, UX Passion

**Više informacija:**

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET

Josipa Marohnića 5, 10000 Zagreb

tel.: +385 1 6661 500

[www.carnet.hr](http://www.carnet.hr)

Više informacija o fondovima EU:

Ministarstvo regionalnoga razvoja i fondova Europske unije [www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr).

2018. g.



Ovo djelo je dano na korištenje pod licencom Creative Commons Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0. međunarodna

Sadržaj ovog materijala isključiva je odgovornost Hrvatske akademske i istraživačke mreže – CARNET.

## SADRŽAJ

Uvod	4
<b>1. TVARI</b>	<b>17</b>
1.1. Kemija i njezino značenje	21
1.2. Temeljni kemijski pojmovi i osnovna pravila pri izvođenju pokusa	25
1.3. Izvori tvari	28
1.4. Fizikalna i kemijska svojstva tvari	31
1.5. Podjela tvari i postupci odjeljivanja tvari	33
<b>2. ATOM I PERIODNI SUSTAV ELEMENATA</b>	<b>36</b>
2.1. Građa atoma	38
2.2. Izotopi i izobari	41
2.3. Elektronski omotač atoma	44
2.4. Periodni sustav elemenata	47
2.5. Periodičnost svojstava elemenata	50
<b>3. KEMIJSKE VEZE</b>	<b>53</b>
3.1. Kovalentno vezivanje	55
3.2. Ionsko vezivanje	58
3.3. Međumolekulske interakcije	62
3.4. Kristali i amorfne tvari	65
3.5. Molekulski i atomski kristali	67
3.6. Ionski kristali	69
3.7. Metalno vezivanje	72
3.8. Kristali metala	74
3.9. Ponavljanje i usustavljanje gradiva o kemijskim vezama i međumolekulskim reakcijama	76
<b>4. KEMIJSKE PROMJENE, OSNOVE KEMIJSKOG RAČUNA I STEHIOMETRIJA KEMIJSKIH REAKCIJA</b>	<b>78</b>
4.1. Kemijska sinteza i analiza	81
4.2. Ireverzibilne i reverzibilne reakcije	84
4.3. Egzotermne i endotermne reakcije	86
4.4. Uvod u kemijski račun	89
4.5. Množina tvari	91
4.6. Određivanje empirijske i molekulske formule spoja	94
4.7. Stehiometrija kemijskih reakcija	97
4.8. Ponavljanje i usustavljanje gradiva o osnovama kemijskog računa i stehiometriji kemijskih reakcija	99

## UVOD

Prema definiciji, kemija ispituje sastav tvari, svojstva i njihovu unutrašnju strukturu. Istražuje promjene tvari – reakcije, kojima su tvari podvrgnute u prirodi, laboratorijima ili u tehnici te ispituje mehanizam tih reakcija (Filipović i Lipanović, 1995). Dakle, upravo kemija, i kao znanost i kao školski predmet, izučava pojave odnosno podučava o prirodnim pojavama koje se zbivaju u svijetu u kojem živimo. Za uspješnost nastave kemije odlučujući su načini na koje će učenici usvojiti pojmove i razviti ispravne predodžbe (Mrklič, 2000). U tom procesu od velike pomoći može biti informacijska i komunikacijska tehnologija (IKT) koja je revolucionarno promijenila pristup informacijama i njihovu upotrebljivost.

Razvojem računala i *pametnih uređaja*, informacije postaju sve brojnije i dostupnije. Nameće se potreba za interakcijom digitalnih medija kroz iskorištavanje njihovih punih potencijala, a za dobrobit društvene zajednice. To se posebno očituje na području prirodnih znanosti, gdje IKT nudi raznovrsne i brojne mogućnosti za uspješno razumijevanje prirodnih koncepata i procesa na sva tri nivoa: makroskopskom, sub-mikroskopskom (razina čestica) i simboličkom (Johnstone, 1991). Zato se i pred nastavnike kemije postavlja imperativ postajanja vještih korisnika IKT-a kako bi mogli organizirati ili prezentirati informacije na načine koji će zainteresirati učenike i omogućiti im bolji uvid u probleme nastavne građe.

Iako istraživanja provedena u posljednjih tridesetak godina nude dokaze o pozitivnim efektima IKT-a na učenje i poučavanje, primjena IKT-a u svakodnevnoj nastavnoj praksi značajno kaska za znanstvenim spoznajama i svakodnevnim trendovima. Uzrok takvoj pojavi dijelom se može tražiti i u odnosu nastavnika prema primjeni IKT-a. Prva istraživanja koja su se bavila uzrocima nekorištenje IKT-a u nastavi bila su fokusirana na nastavnike i na računala. Pokazalo se da sljedeći razlozi priječe nastavnike u uporabi računalnih tehnologija u nastavi (Mumtaz, 2000):

- nedostatak nastavnog iskustva s IKT-om
- nedostatak podrške nastavnicima koji koriste odgovarajuću tehnologiju
- nedostatak pomoći u mentoriranju učenika dok koriste računala
- nedostupnost računala
- nedostatak vremena za uspješnu integraciju računalne tehnologije u nastavni proces
- nedostatak financijske podrške

Utvrđeno je da nastavnici različitih predmeta pokazuju različitu spremnost za implementacijom IKT-a u nastavu. Za razliku od nekih drugih, nastavnici iz područja prirodoslovlja nerijetko su iskazivali snažan otpor primjeni IKT-a u poučavanju svojih predmeta. Taj se problem povezuje sa specifičnom organizacijom nastave prirodoslovnih predmeta koja se dominantno organizira oko fundamentalnih koncepata i praktičnih aktivnosti. Takav, eksperimentalni pristup, smatra se temeljem *učenja otkrivanjem* i sinonim je za poučavanje kemije. Uistinu, nastavnik

kemije se donedavno s pravom mogao pitati kako će organizirati i simultano pratiti eksperimentalnu aktivnost i uporabu IKT-a u razredima s 20 – 30 učenika, pogotovo ukoliko se primijenjeni IKT odnosi na korištenje (stolnih) računala. Međutim, danas, u vrijeme široke dostupnosti mobilnih tehnologija za taj se problem nude različita rješenja.

Cuban je još 1993. godine objasnio zašto nove tehnologije ne mijenjaju škole brzinom kojom utječu na funkcioniranje drugih organizacija:

*Kulturalna uvjerenja o tome što poučavanje zapravo jest, kako se uči, koje znanje je valjano za škole i kakav treba biti odnos učenika i nastavnika (ne učenika i strojeva) dominantni su pogledi na to kako bi valjano školovanje trebalo izgledati.*

Posljednjih se godina stvari, ipak, mijenjaju većom brzinom. Na IKT se sve više gleda kao na *najsnažniji alat za izgradnju društva znanja (UNESCO, 2003)*, odnosno kao na mehanizam na školskoj razini koji omogućavajući nove načine promišljanja i redizajniranja obrazovnih sustava i procesa podiže ukupnu razinu edukacije svih njenih sudionika (Sangrà i González-Sanmamed, 2010). U Europi se odgovarajuća primjena IKT-a u školama smatra ključnim čimbenikom unaprjeđenja obrazovanja. Europska komisija promovira uporabu IKT-a u procesima učenja kroz *e-learning* akcijski plan čiji je jedan od ciljeva unaprjeđenje kvalitete učenja olakšavanjem pristupa informacijama i uslugama te razmjenom i suradnjom na daljinu.

Interaktivnost IKT-a smatra se ključnim čimbenikom moderne nastave koji učenicima omogućava povratnu informaciju o postignućima, testiranje i refleksiju njihovih ideja te reviziju njihova razumijevanja. Mrežne tehnologije nastavnicima i učenicima omogućavaju izgradnju lokalne i globalne zajednice interesom povezanih ljudi i proširuju mogućnosti za učenje (Kozma, 2003).

IKT omogućuje i druge dobrobiti. Simulacije ili animacije učenicima omogućavaju vizualizaciju procesa koji se odvijaju na razini atoma, iona i molekula. Osim toga, pokazalo je, primjerice, istraživanje Monaghana i Clementa (1999), računalne simulacije povezane s pravilnim metodičkim pristupima, mogu izazvati ciljane konceptualne promjene kod učenika. *Učenje otkrivanjem*, podržano računalnim alatima za molekularno modeliranje u nekoliko se studija pokazalo učinkovitijom strategijom od tradicionalnog pristupa toj problematici. U jednom od tih istraživanja, Dori i Barak (2001) su utvrdili da je kombinacija fizičkih i virtualnih modela doprinijela boljem konceptualnom razumijevanju strukture organskih spojeva.

IKT nastavnicima omogućuje izradu i oblikovanje nastavnih materijala, uporabu specijaliziranih aplikacija, formiranje i korištenje baza podataka, praćenje nastavnog procesa, numeričke i grafičke izračune, različite module komunikacije i prezentacije sadržaja.

Učenje i poučavanje u IKT okruženju, između ostalog, omogućava provedbu programirane nastave i kvalitetnu formativnu procjenu znanja.

Meštrović je još 2002. godine izjavio: *Sam pogled na suvremeni kemijski laboratorij je dovoljan da shvatimo koliko je nužno da nastavnik ima solidna informatička znanja i vještine.* Današnji učenici, kojima je virtualnost bliska koliko i realnost, u potrazi

za znanjem i informacijama, uz obvezni udžbenik, najčešće se koriste internetom. Jednako kao i nastavnicima, globalna mreža im pruža mnoštvo mogućnosti poput pretraživanja baza podataka, jednostavnog i brzog pristupanja informacijama, raspolaganja nizom obrazovnih sadržaja, interaktivno korištenje programskih paketa za područje računske kemije, a posebice za prezentaciju i vizualizaciju podataka (Meštrović, 2002), sudjelovanje u diskusijskim skupinama i elektroničkim konferencijama, nabavu pribora, opreme i kemikalija, nabavu osnovnog i obrazovnih programskih paketa, *pluginova*, objavljivanje radova, prezentaciju vlastitih postignuća ili interesa itd.

Unatoč brojnim pogodnostima koje nudi u obrazovanju, proces integracije IKT-a nije jednostavan i ne ovisi samo o kvaliteti i mogućnostima hardware-a i pripadajuće programske podrške. Naime, tehnologija sama po sebi neće nužno poboljšati rezultate i procese učenja (Moll, 1997), no ona nudi instrumentalnu pomoć u prenošenju osobitosti procesa učenja u pedagošku praksu te u omogućavanju kontinuirane evaluacije, koja je središnjica poznatih pedagoških modela. Potreba i dinamika integriranja tehnologije u školu usko je povezana s procesom uvođenja IKT-a u društvo općenito.

Prema obrazovnim metodama, promjene u procesu učenja i poučavanja uslijed uporabe IKT-a možemo promatrati kroz (Van Merrienboer i Brand-Gruwel, 2005):

- informaciju – IKT je sučelio učenike s velikim brojem relevantnih i nerelevantnih informacija. Izloženost nerelevantnim informacijama odlika je autentične sredine, a učenje u autentičnom okruženju nije uvijek efikasno;
- komunikaciju i suradnju – IKT omogućava nove oblike komunikacije i suradničkog rada učenika uporabom obrazovnih metoda koje omogućavaju valjano zaključivanje, razumijevanje te razvijanje kritičkog mišljenja;
- simulaciju – IKT omogućava uporabu (složenih) simulacija u obrazovanju što predstavlja važan pedagoški doprinos. Simulacijama je moguće pojasniti moderne obrazovne teorije koje su utemeljene na izvedbi zadataka iz stvarnog života i kao takve predstavljaju pokretačku snagu učenja (Merrill, 2002). Opća je pretpostavka da stvarni i autentični nastavni zadatci pomažu učenicima u integraciji znanja, vještina i stavova potrebnih za njihovo efikasno rješavanje i primjenu u svakodnevnom životu.

Iz prethodno navedenog je vidljivo da IKT može imati značajnu ulogu u procesima učenja i poučavanja. Iako su nastavnici nerijetko bili ograničavajući čimbenici integracije IKT-a u nastavu, recentnija istraživanja o poučavanju i učenju sadržaja različitih osnovnoškolskih i srednjoškolskih nastavnih predmeta pokazuju visoku povezanost između načina na koji je se IKT koristi i ostvarenosti ishoda učenja (Cox i Webb, 2004). Takav nalaz vodi k zaključku o nastavnicima kao ključnim čimbenicima uspješnosti upotrebe IKT-a u učenju i poučavanju (Webb, 2005).

Koristi primjene IKT-a u procesima učenja i poučavanja kemije i biologije danas su brojnije i vrijednije nego ikada. Pozitivna iskustva uporabe IKT-a u učenju i nastavnoj praksi, kao i uvjerenje o obvezi da kao nastavnici naučimo upotrebljavati razne digitalne alate kako bismo lakše komunicirali o svemu što kemija jest (Zare, 2002),

potakli su nas na osmišljavanje cjelovitog digitalnog obrazovnog sadržaja za učenje i poučavanje kemije.

## Digitalni obrazovni sadržaj (DOS)

**Cjeloviti digitalni obrazovni sadržaj** je digitalno priređen i isporučen nastavni materijal, usklađen s kurikulumom nastavnog predmeta kemija za određene razine obrazovanja. S obzirom da je dostupan svima, tom se terminu često dodaje pridjev *otvoreni*. Cjeloviti digitalni obrazovni sadržaj je prvenstveno namijenjen učenicima za učenje i provjeru znanja te za korištenje na nastavnom satu. Uz to, može poslužiti za samostalno učenje i samovrednovanje.

Cjeloviti digitalni obrazovni sadržaj je podijeljen na module. Tako, primjerice, DOS za prvi razred gimnazije za predmet Kemija čine četiri modula (Tvari, Atom i periodni sustav elemenata, Kemijsko vezivanje i Kemijske promjene, osnove kemijskog računa i stehiometrija kemijskih reakcija).

Moduli su tehnički realizirani kao zasebni paketi sadržaja koje je osim kao dio cjelovitog DOS-a, moguće koristiti neovisno o drugim modulima istog DOS-a. Svaki se modul sastoji od nekoliko jedinica DOS-a. Svaka jedinica DOS-a obuhvaća sadržaj učenja i poučavanja predviđen za provedbu tijekom jednog, dva ili tri školska sata.

Svaka jedinica DOS-a ima sljedeće komponente:

1. Uvod i motivacija
2. Razrada sadržaja učenja i poučavanja
3. Završetak

Moduli, odnosno DOS jedinice, sadržavaju raznovrsne elemente. To mogu biti:

- multimedijalni elementi (zvučni i videozapisi, fotografije, ilustracije i animacije)
- interaktivni elementi (obrasci za ispunjavanje, didaktičke igre, simulacije, interaktivne infografike, itd.)
- elementi procjene usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda (različite vrste pitanja, zadataka i kvizova)
- aktivnosti za učenje (svaki modul sadržava najmanje jednu aktivnost za samostalan rad i jednu aktivnost za učenike koji žele znati više)

Prilikom oblikovanja teksta u jedinicama DOS-a vodilo se računa o:

- integraciji različitih nastavnih sadržaja
- razvijanju kritičkog mišljenja
- povezivanju sadržaja sa svakodnevnim životom

U osmišljavanju DOS-a posebna je pozornost posvećena elementima procjene ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda. Postiglo se da najmanje jedna jedinica

DOS-a u svakom modulu ima barem jedan element procjene ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda. Svaki od tih elemenata sadrži minimalno 5, uglavnom raznovrsnih pitanja. Na taj je način nastavnicima omogućen kvalitetan evaluacijski materijal za formativnu procjenu znanja i samovrednovanje učenika. Vrijedi naglasiti da su svi važni termini i multimedijalni elementi upotrijebljeni u DOS-u, izdvojeni i definirani u Pojmovniku, odnosno, prikazani u Kazalu multimedije.

Da bi se osigurala podrška nastavnicima kemije u korištenju DOS-a, priređen je ovaj Priručnik.

## Značajke Priručnika za nastavnike kemije

Ovaj je priručnik dio stručnog materijala koji se naslanja na otvorene DOS-ove za kemiju. Namijenjen je nastavnicima kemije s ciljem olakšavanja primjene DOS-a te poticanja na korištenje digitalnih tehnologija i raznovrsnih metodičkih rješenja u namjeri postizanja boljih rezultata učenja i poučavanja kemije. Priručnik ne nudi gotove predloške po kojima bi se održavala nastava jer je stvaran s uvjerenjem o neučinkovitosti univerzalnih rješenja i s vjerom u kompetentnost nastavnika da nastavni proces prilagode uvjetima sredine i populaciji učenika s kojima rade. Umjesto toga, ovaj Priručnik sadrži metodičke savjete, prijedloge aktivnosti i metoda te konkretnih nastavnih ili evaluacijskih materijala koji nastavniku kemije mogu pomoći ne samo u implementaciji elemenata DOS-a već i u provedbi nastave koja ima tradicionalniji karakter ili pak nastave koja uključuje i one IKT elemente koji DOS-om nisu obuhvaćeni.

Tijekom nastavnog sata predlaže se primjena IKT alata za provedbu inovativnih aktivnosti temeljnih na različitim strategijama, metodama, tehnikama i postupcima učenja i poučavanja. Primjena IKT-a učenicima omogućava prikaz znanja, samoprocjenu vlastitog razumijevanja (što je neizostavni dio samoregulacijskog učenja) i vršnjačku procjenu. Digitalni alati i aplikacije mogu biti primjenjivi u svakome nastavnom predmetu, ali isto tako mogu biti specifični za određene predmete.

Slijedi nekoliko kratkih opisa digitalnih alata koji se koriste u okviru DOS-a ili se mogu koristiti u učenju i poučavanju kemije.

**GeoGebra** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/geogebra-interaktivna-matematika>) se kao alat osim u matematici i fizici može koristiti na razne načine i u kemiji: za tablične proračune, crtanje i analizu grafova, za interaktivne prezentacije i aplete, modeliranje fizikalnih zakona, simulaciju stvarnih pokusa te kao alat za kviz.

Metoda vizualizacije u nastavi kemije je od izuzetne pomoći učenicima u približavanju i razumijevanju apstraktnih pojmova. No, često smo svjesni potrebe i za vizualizacijom konkretnih pojmova. Učenici u sedmom razredu upoznaju kemijsko posuđe i pribor koje kemičari koriste u svom radu. Neopremljenost školskoga laboratorija, ponekad uzrokuje poteškoće u demonstraciji i osnovnoga kemijskog posuđa i pribora. Pomoć pri tome može biti primjena računalnog programa **Chemix 2.0** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/chemix-digitalni-prikaz-laboratorijskih-dijagrama-uredaja>).



Učenici vrlo lako mogu ovladati tim besplatnim online softverom te upoznati i dizajnirati jednostavne laboratorijske aparature. Vizualizacija i način na koji se u nastavi kemije može koristiti računalni program **Chemix 2.0**. tijekom cijeloga školovanja učenicima omogućuje brži, atraktivniji i kvalitetniji put do usvajanja i razumijevanja toga dijela kemijskih sadržaja.

U nastojanju proširivanja primjene metode vizualizacije u nastavi kemije, nameće se primjena različitih računalnih programa za izradu modela molekula. Takav jedan računalni program je i **Avogadro** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/avogadro-vizualizirajte-molekule-i-kemijske-spojeve>) koji omogućuje zoran prikaz različitih načina spajanja atoma kemijskih elemenata u molekule/formulske jedinice. Primjena tog računalnog programa, kao i sličnih njemu, primjerice, **MolView** (<http://molview.org>), u nastavi kemije, ima višestruke zasluge u približavanju mikrosvijeta učenicima. Primjerice, učenici će steći sposobnost predviđanja o tome koji se atomi kemijskih elemenata međusobno mogu spajati, kojom vrstom kemijske veze i u kojem omjeru. Znatan doprinos je i u razumijevanju apstraktnih koncepata kao što su u kemiji geometrija i polarnost molekula. Isto tako smanjuje se kognitivno opterećenje učenika, olakšava se smisljeno učenje te omogućuje fokusiranje na važne parametre i koncepte.

**Lino alat** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/lino-online-ploca-suradnju/>) je virtualna oglasna ploča na koju se stavljaju tekstualni elementi, slike, video uradci i cjeloviti dokumenti. Osim za samostalnu primjenu, idealan je za suradničko učenje pomoću kojeg učenici dijele prikupljene podatke, rezultate, prijedloge, ideje i sl. Na taj način učenicima se osigurava mogućnost kritike i samokritike te se razvija sposobnost analize i sinteze. Alat sličan ovome je **Padlet** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/padlet-kolaboracija-na-dohvat-ruke/>) koji se koristi kao "prazan papir", tj. online zid, a omogućava izradu multimedijskog plakata kojeg mogu izrađivati više učenika. Još jedan alat s istom namjenom je i alat **Glogster** (<http://edu.glogster.com>).

Opisane tehnike za vizualizaciju mišljenja u procesu učenja tj. za organizaciju i demonstraciju znanja mogu se izvoditi i pomoću određenih digitalnih alata. **Canva** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/canva/>) je alat pogodan za brzu i laku izradu atraktivnog sadržaja za nastavnike i učenike što pridonosi većoj motiviranosti učenika za učenje. Alat je jednostavno primijeniti kod izrade plakata pa je pogodan za korištenje prilikom istraživačkog učenja. Razvija kreativnost i sposobnost sažimanja. Alat sličan njemu je **Piktochart** (<https://e-laboratorij.carnet.hr/?s=piktochart>). Još jedan alat koji se može primijeniti prilikom istraživačkog učenja je **Meta-chart** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/meta-chart-izradite-grafikone-bez-muke/>) pomoću kojeg učenici mogu jednostavno i brzo izraditi različite grafikone kako bi vizualno prikazali prikupljene podatke i rezultate svog istraživanja. Nastavnicima omogućava prikaz i uvid u rezultate pisane provjere znanja ili u ostvarenost planiranih ishoda na razini jednog razreda.

Umna mapa se može izraditi pomoću alata **Bubbl.us** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/bubbl-us-izrada-mind-mapa/>), **XMind 8 Pro** (<http://www.xmind.net>), **Popplet** i **Coggle** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/coggle-mentalne-mape/>).

**Prezi** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/prezi>) je web alat za izradu interaktivnih prezentacija što osigurava održavanje pažnje učenika prilikom učenja. Osim u individualnom obliku rada, pogodan je za rad u grupama jer alat ima mogućnost pozivanja korisnika

za rad na prezentaciji. Tako se potiče suradnja (sposobnost dogovora i uvažavanje tuđeg mišljenja). Pozitivno djeluje i na razvoj sposobnosti pisane komunikacije.

Zanimljiv način demonstriranja znanja i razumijevanja može biti izrada stripa. Korištenje specifičnih alata omogućava njegovu bržu i lakšu izradu. Alati koji se mogu koristiti za tu svrhu su: **ToonDoo** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/toondoo-brza-i-jednostavna-izrada-stripova>) i alat **Pixton** (<https://www.pixton.com>).

**WebWhiteboard** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/web-whiteboard>) je online bijela ploča. Nastavnik se njome može služiti umjesto klasične ili pametne ploče. To može biti mjesto izrade plana učeničkog zapisa, mjesto stvaranja oluje ideja, grozda ili neke druge tehnike.

Alat **Tiki-Toki** (<http://e-laboratorij.carnet.hr/tiki-toki-izrada-timeline-a/>) namijenjen je izradi vremenskih rasporeda (timeline-a) te omogućava prikaz podataka na kreativan način. Učeničko stvaralaštvo i suradnju omogućava rad s alatom **Movly** (<https://www.moovly.com/>) koji služi za kreiranje videa. Osim u redovnoj nastavi vrlo je pogodan za uporabu nakon svakog oblika izvanučioničke nastave.

Na poveznici <http://kemija1.authoring.uxpassion.co/kemija-1/pse> nalazi se digitalna inačica periodnog sustava elemenata kojom se učenici mogu služiti u rješavanju problema zadanih u DOSjedinicama. Pisanje kemijskih jednadžbi na webu omogućeno je na poveznici [https://www.periodni.com/hr/kemijske\\_jednadzbe\\_na\\_webu.php](https://www.periodni.com/hr/kemijske_jednadzbe_na_webu.php).

Više o alatima potražite na CARNETovom e-Laboratoriju (portal koji omogućava informacije o alatima, interaktivnim sadržajima i aplikacijama za uporabu na području e-učenja) na poveznici: <http://e-laboratorij.carnet.hr>

Današnji učenici, koji odrastaju okruženi tehnologijom, uz ravnomjernu raspoređenost IKT-a u nastavi, razvijaju informacijsku i prirodoznanstvenu pismenost tj. potiče se razvoj digitalne pismenosti, kreativnog i kritičkog mišljenja, sposobnosti samostalnog rada, rada u grupi i sl. Na taj se način učenici pripremaju za rad i djelovanje u društvu u kojem je stalno potrebno pratiti brzi razvoj informacijsko-komunikacijske tehnologije.

Upute za inkluzivno obrazovanje (opće upute za uspješno provođenje uključive nastave)

## 1.1. Inkluzivni pristup poučavanju

Inkluzivni pristup podrazumijeva spremnost okoline na promjene i prilagodbe prema potrebama svih članova društva. Inkluzivni pristup u osnovnoškolskom i srednjoškolskom obrazovanju svakom učeniku omogućava razvoj osjećaja pripadnosti i partnerstva. Inkluziju ne mogu ostvariti zakoni i pravilnici sami po sebi već je potrebna promjena "srca i stava okoline" (Skjorten, 2001). Nužne su promjene u načinima i sredstvima procjene, metodama poučavanja i vođenja razreda. Inkluzija kao proces i perspektiva obogaćivanja može postati stvarnost samo kada društvo poduzme aktivne mjere za njezino ostvarenje (Igrić, 2015). Svaka škola, lokalna sredina i cijelo hrvatsko društvo pozvani su razvijati strategije koje će voditi inkluziji. Pri tome su stajališta, iskustvo i spoznaje o učenicima s teškoćama važni prediktori.

Inkluzija se usko povezuje s promjenama u obrazovanju učitelja i nastavnika, odnosno stjecanju kompetencija stručnjaka za rad u inkluzivnom okruženju. Tako se sve više ističe kako je važno da učenici uče one sadržaje koji će im koristiti u svakodnevnom životu, uz neizostavno pružanje pozornosti socijalno-emocionalnim čimbenicima u procesu cjelovitog razvitka učenika. Kako bi se učitelji i nastavnici, ali i drugi stručni suradnici škola, mogli koristiti suvremenim spoznajama i metodama poučavanja oni sami trebaju tijekom studija i cjeloživotnog učenja imati priliku učiti o suvremenim metodama. Isto tako, važna je suradnja između raznih ministarstava i agencija na državnoj razini, službi na lokalnoj razini, između učitelja u osnovnim i nastavnika u srednjim školama koji poučavaju različite predmete, učitelja te nastavnika s roditeljima, međusobna suradnja škola, škola s udrugama i civilnim sektorom te cjelokupnom lokalnom zajednicom (prema Igrić, 2015). I sama okolina treba se mijenjati u okolinu koja promovira toleranciju različitosti, dobrobit svakoga. Perspektiva obogaćivanja u inkluzivnoj školi označuje pomak prema učenju kao procesu koji, uz sadržaj koji se uči, uključuje osobni razvoj i metakognitivne kompetencije, pokazuje kako netko uči, i kako se učenik (*ali i učitelj i nastavnik*) koristi metodama i strategijama učenja. U inkluzivnoj školi polazi se od stajališta da su strategije poučavanja koje su dobre za učenike s teškoćama, dobre za sve učenike (Morisson, 2000). Svaki učenik je vrijedan član razredne i šire zajednice. U školi je važno, kroz edukaciju učenika i školske zajednice, stalno unaprjeđivati uvjete za inkluzivni odgoj, inkluzivni pristup, odnosno inkluzivni prikaz.

Pojam „inkluzivni prikaz“ označava skup prilagodbi, grafičkih, sadržajnih, komunikacijskih i dr., na način koji osigurava svim učenicima, kako onima s teškoćama (uzrokovanim organskim oštećenjima i poremećajima kao što su oštećenja vida i sluha, ili nekim teškoćama poput teškoća čitanja i pisanja – disleksije, disgrafije, teškoćama uzrokovanim poremećajem pažnje ili su pak učenici kojima hrvatski jezik nije materinji jezik, žive u nestimulativnim uvjetima i slično) tako i ostalima, dostupnost ili bolje razumijevanje sadržaja predmeta s kojim se ne nose uspješno.

U pisanju jedinica DOS-a poštivalo se načelo inkluzivnosti, pa je u okviru sadržaja ponuđena opcija inkluzivnog prikaza.

Inkluzivni prikaz pisan je prema pravilima pisanja građe jednostavne za čitanje (prilagodba tiska i strukture teksta).

Upotrijebljene rečenice su kratke, jednostavne, pisane svaka u svom retku. Korišteno je lijevo poravnanje teksta. Najvažniji dijelovi istaknuti su podebljanjem.

Ovakav prikaz pogoduje potrebama učenika s teškoćama, osobito učenika s teškoćama čitanja i pisanja te učenika s poremećajem pažnje, ali i učenika s intelektualnim teškoćama jer je tekst pisan jednostavnim jezikom.

Prema Zakonu o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi (2008) učenici s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama smatraju se daroviti i učenici s teškoćama. Učenici s teškoćama su prema istom Zakonu (2008), nastavlja se tekst kojim se nabraju učenici. Učenici s teškoćama već su dugi niz godina uključeni u redovni odgojno-obrazovni sustav. Velik broj njih uspješno svladava predviđeni nastavni program, no još uvijek postoje teškoće koje onemogućavaju potpuno iskorištavanje obrazovnih potencijala tih učenika. Neprilagođenost nastavnih sadržaja, metoda

i oblika nastavnoga rada, nedostatak adekvatnih nastavnih pomagala, kao i mnogi drugi faktori uzrokuju neuspjeh učenika s teškoćama u redovitoj školi, koji često, naročito prelaskom u viši stupanj obrazovanja, završava napuštanjem školovanja te tako mlada osoba ostaje bez zanimanja, bez socijalne sigurnosti, prepuštena najčešće samo svojoj obitelji. *Učenici s teškoćama* su: učenici s teškoćama u razvoju, učenici s teškoćama u učenju, problemima u ponašanju i emocionalnim problemima i učenici s teškoćama uvjetovanim odgojnim, socijalnim, ekonomskim, kulturalnim i jezičnim čimbenicima. U priručniku je korišteno nazivlje edukacijsko-rehabilitacijske stručne i znanstvene terminologije, kako slijedi: oštećenja vida, oštećenja sluha, poremećaji glasovno-jezično-govorne komunikacije, motorički poremećaji i kronične bolesti, intelektualne teškoće, poremećaj pažnje/hiperaktivnost, specifične teškoće učenja, poremećaji u ponašanju i emocionalni poremećaji poremećaji iz spektra autizma (Igrić, 2015.). Prema suvremenom inkluzivnom, holističkom pristupu uspješnost učenika s teškoćama u osnovnoj i srednjoj školi ovisi o vrsti i razini potpore koju im se pruža u školovanju i životu. Iz navedenog proizlazi da učenici s teškoćama mogu biti vrlo uspješni učenici ako im se pruži primjerena potpora, osiguraju prilagodbe u svakom nastavnom satu (Ivančić, 2010; Ivančić, Stančić, 2015).

Za nastavnike kemije značajna je suradnja/povezanost sa stručnim suradnicima škole, posebice edukacijskim rehabilitatorima (te drugim stručnim suradnicima: pedagogom, psihologom, logopedom, socijalnim pedagogom). Za uspjeh poučavanja učenika s različitim teškoćama u srednjoj školi nezaobilazna je suradnja s roditeljima učenika.

Daroviti učenici imaju svoje posebne odgojno-obrazovne potrebe, a razumijevanjem njih možemo im pomoći u poticanju i razvijanju njihove nadarenosti za pojedino područje.

Kao i njihovi vršnjaci, daroviti učenici imaju potrebu za druženjem s djecom iste kronološke dobi, ali i s učenicima sličnih, visoko razvijenih sposobnosti. Stoga je važno omogućiti im dodatnu nastavu, izvannastavne aktivnosti i natjecanja u kojima mogu s učenicima sličnih sposobnosti razvijati svoje potencijale, istraživati i rješavati probleme. Jedan od načina potpore potencijalno darovitoj djeci i smanjivanja poteškoća prilagodbe na školu jest rad u malim skupinama (Koren, 1989). Manja skupina, u kojoj su djeca podjednakih interesa i sposobnosti, omogućuje stvaranje stimulativne okoline, rad se jednostavnije planira, a ideje se slobodnije izmjenjuju pa čak i one „neobične“.

Daroviti učenici imaju potrebu za obogaćenim i proširenim odgojno-obrazovnim programima. Najlakši način da se ublaži raskorak između njihovih intenzivnih potreba i školskog programa jest uvođenje dodatne literature i zadataka. Nastavnik darovitim učenicima može zadavati zadatke s visokim stupnjem složenosti sadržaja ili u obliku zagonetke, zadatke s više mogućih rješenja ili zadatke u kojima moraju istražiti odgovor, zadatke koji potiču kritičko mišljenje i izražavanje vlastitog stajališta, kao i zadatke koji potiču kreativno mišljenje.

Poučavanje za darovite učenike treba ići u veću dubinu, tj. sadržaj treba obraditi detaljnije, svestranije nego li je to uobičajeno, obogatiti ga zanimljivim i manje poznatim sadržajima.

U radu s darovitim učenicima treba povezivati sadržaje različitih predmeta te im omogućiti da pojedine sadržaje iz nastavnih predmeta za koje nemaju interes, obrade, prikažu ili uče povezujući ih sa svojim interesima. Nadalje, treba im dopustiti da sami strukturiraju i reguliraju svoje učenje i omogućiti samostalan istraživački rad temeljen na temama koje ih posebno zanimaju. Kao poticaj razvijanju njihova samopouzdanja i komunikacijskih vještina, važno im je omogućiti javne prikaze njihova rada.

Važno je omogućiti učenicima da u svojem radu koriste i nekonvencionalne metode i oblike rada, da se pri istraživanju, učenju i obradi sadržaja koriste npr. digitalnim i drugim, suvremenim alatima.

Uz izvanučioničku nastavu i rad na projektima, i mentorska nastava pogoduje razvijanju sposobnosti darovite djece jer se može organizirati u skladu s razvojem interesa učenika i dubinom ulaska u materiju. Cilj je razvijanje kritičkog i kreativnog mišljenja i sposobnosti rješavanja problema. Tijekom provedbe mentorske nastave učitelju treba osigurati dovoljno vremena za učenika i njegove potrebe.

Više informacija o darovitim učenicima, može se pronaći na sljedećoj poveznici: [DAROVITI UČENICI](#).

## Didaktičko metodičke upute za rad s učenicima s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama u nastavi Kemije

U ovom priručniku, uz svaku jedinicu DOS-a, dani su **prijedlozi didaktičko-metodičke prilagodbe u radu s učenicima s teškoćama te darovitim učenicima**.

U nastavi Kemije potrebno je za učenike s teškoćama osigurati neke preduvjete poput prostorne prilagodbe (npr. prostor kretanja učiniti sigurnim, pojedinim učenicima unaprijed najaviti razmjenu namještaja, i dr.) i prostora za rad (npr. osigurati dodatnu rasvjetu na stolu, povećala ili klupu s nagibom, vizualnu podršku ili elektroničke bilježnice i dr.) te vremenske prilagodbe (npr. dulje vrijeme izvođenje aktivnosti, unaprijed upoznati učenike s planiranim aktivnostima i dr.) a sve prema sposobnostima i odgojno-obrazovnim potrebama učenika.

Pri svemu potrebno je planirati poticajne oblike rada u nastavi (suradničko učenje, samostalno učenje, vršnjačko i dr.) kako bi učenici s teškoćama sudjelovali u brojnim aktivnostima i ostvarili planirane zadatke.

U ovom priručniku posebno su razrađene neke didaktičko metodičke upute za rad s učenicima s teškoćama u odnosu na prilagodbe teksta, prilagodbe opisa slika i videozapisa, prilagodbe zapisa simbola, formula, kemijskih procesa te prilagodbe načina rješavanja zadataka.

U svakodnevnom radu na nastavnom satu kemije uvijek treba težiti tomu da učenici s teškoćama usvajaju znanja adekvatno svojim sposobnostima, da pokažu znanje koje su stekli, da budu aktivni i da dožive uspjeh. Opisani postupci prilagodbe korisni su u radu i za druge učenike, što odražava inkluzivni dizajn prilagodbi u nastavi.

U nastavku su detaljnije navedeni različiti načini didaktičko-metodičke prilagodbe u nastavi u odnosu na različite odgojno-obrazovne potrebe učenika.

## 1. Prilagodbe teksta

**Grafičke prilagodbe:** povećanje fonta slova, proreda između rečenica, prilagođavanje pisanog materijala (primjerice tekst pisan uvećanim fontom veličine 14 i veći, Arial, Verdana, dvostrukog proreda, podebljavanje ključnih pojmova, lijevo poravnanje teksta, praćenje sadržaja vizualnom potporom (crtež, fotografija, grafički organizatori i dr.), usmjerenje na ključne pojmove tako da ih se označuje bojom (riječi, kemijski simboli, procesi).

**Prilagodbe strukture teksta:** razlamanje višestruko složenih rečenica na odijeljene jednostavne surečenice, pisanje svake rečenice u novi red, zasebno stavljanje riječi u funkciji nabiranja uz oznaku (točkicu) u novi redak, odvajanje naputaka i pitanja od tijela teksta.

**Sažimanje teksta:** svođenje izvornog teksta na rečenice s ključnim informacijama, izostavljanje višekратно ponavljanih ili neključnih informacija za usvajanje gradiva. Sažimanje može biti kombinirano s grafičkim i jezično-semantičkim prilagodbama i prilagodbama strukture.

**Jezično-semantičke prilagodbe:** zamjena riječi zahtjevnijih za čitanje i razumijevanje alternativnih riječi kako bi smisao i bit rečenice bilo lakše shvatiti, promjena reda riječi u rečenici zbog naglašavanja bitnog za usvajanje gradiva, objašnjenje novog pojma unutar teksta "saznaj više", unatoč zasebnog pojmovnika, podebljavanje ključnih pojmova unutar rečenica na način da se njihovim čitanjem razumije bitna poruka rečenice i teksta.

**Prilagodba naputaka i pitanja:** izdvajanje naputaka i pitanja od prethodnog ili preostalog teksta zasebnim oznakama kako bi učenici lakše uočili da u tom dijelu teksta stoji neki naputak ili pitanje važno za tu cjelinu, razlaganje složenog naputka po koracima izvođenja zadatka i pisanje svakog koraka u novi redak, razlaganje složenog pitanja na više jednostavnih pitanja i pisanje slijedom svako u novi redak, pisanje kratkih odgovora na pitanja, dopunjavanje na kraju retka.

## 2. Prilagodba opisa slika i videozapisa

Pridruživanje inkluzivnog opisa svakoj slici, detaljno pojašnjenje što se nalazi na slici i kako to izgleda.

## 3. Prilagodba zapisa simbola, formula, kemijskih procesa

Poštujući standard zapisivanja simbola, formula, procesa, perceptivno isticanje pojedine oznake (boja, podebljanje), osiguravanje podsjetnika sa simbolima, računskim formulama, podacima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina, pridruživanje odgovora uz simbole označene alfabetom.

## 4. Prilagodba načina rješavanja zadataka

U odabiru zadataka slijediti princip od lakših prema težima, iznimno, smanjiti broj zadataka podjednake težine, fizikalne veličine ispisane riječima zapisati i pomoću simbola (boja, podebljanje), fizikalne veličine i vrijednosti izdvojiti kao smjernice, uvijek istaknuti formulu, članove perceptivno istaknuti (boja, podebljanje), u zadacima istaknuti poznato, nepoznato, izdvojiti što treba izračunati, prikazati

primjer riješenog zadatka po koracima, tekst zadatka pratiti piktogramima, shematskim prikazom, u zadatcima izbjegavati zahtjev pretvaranja manjih u veće jedinične veličine, osigurati uporabu kalkulatora.

O svakoj prilagodbi učitelji/nastavnici mogu dodatno pročitati u priručniku Didaktičko-metodičke upute za prirodoslovne predmete i matematiku

namijenjene radu s učenicima s teškoćama mogu se pronaći na poveznici:  
[https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/09/CARNET\\_Didaktickometodicke-upute.pdf](https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/09/CARNET_Didaktickometodicke-upute.pdf)

## Literatura

Cox, M. J. & Webb, M. E. (2004). *ICT and Pedagogy: A Review of the Research Literature*. Coventry and London: British Educational Communications and Technology Agency/ Department for Education and Skills.

Cuban, L. (1993) Computers Meet Classrooms: classrooms wins, *Teachers College Record*, 95, pp. 185-210.

Dori, Y.J. & Barak, M. (2001). Virtual and physical molecular modeling: fostering model perception and spatial understanding. *Educational Technology & Society*, 4(1), 61–74.

Kozma, R. B. (2003). Technology and Classroom Practices, *Journal of Research on Technology in Education*, 36:1, 1-14.

Merrill, M. D. (2002) First principles of instruction. *Educational Technology, Research and Development*, 50(3), 43–59.

Monaghan, J.M. & Clement, J. (1999). Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. *International Journal of Science Education*, 21(9), 921–944.

Mumtaz, S. (2000) Factors affecting teachers' use of information and communications technology: a review of the literature, *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 9:3, 319-342.

Sangrà, A. & González-Sanmamed, M. (2010). The role of information and communication technologies in improving teaching and learning processes in primary and secondary schools, *ALT-J*, 18:3, 207-220.

UNESCO. 2003. *Communiqué of the ministerial roundtable on 'Towards Knowledge Societies'*. Paris: UNESCO.

Webb, M. E. (2005) Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy, *International Journal of Science Education*, 27:6, 705-735.

Čudina-Obradović, M. (1990): *Nadarenost: razumijevanje, prepoznavanje, razvijanje*, Zagreb, Školska knjiga

George D. (2005): *Obrazovanje darovitih*, Zagreb, Educa

Grgin, T. (1996). *Edukacijska Psihologija*, Naklada Slap, Jastrebarsko

Koren, I. (1996). Neke karakteristike stavova učitelja o pojavi nadarenosti i nadarenim pojedincima, *Napredak*, 137, str.16-27

Slaviček, M. (2014). Kako i zašto raditi s darovitima, OTKRIVANJE DAROVITIH UČENIKA – stručni skup HZOŠ., [http://www.hzos.hr/upload\\_data/site\\_files/darovtii-2014.pdf](http://www.hzos.hr/upload_data/site_files/darovtii-2014.pdf)

Vranjković, Lj. (2010): Daroviti učenici. *Život i škola*, 24, 253 – 258.

Vizek Vidović, V., Vlahović – Štetić, V Rijavec M, Miljković, D. (2003). *Psihologija obrazovanja*, Zagreb, IEP-VERN.

Vlahović-Štetić, V. (2005): *Daroviti učenici: teorijski pristup i primjena u školi*, Zagreb, Institut za društvena istraživanja

Igrić i suradnici (2015). *Osnove edukacijskog uključivanja – Škola po mjeri svakog djeteta je moguća*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet i Školska knjiga.

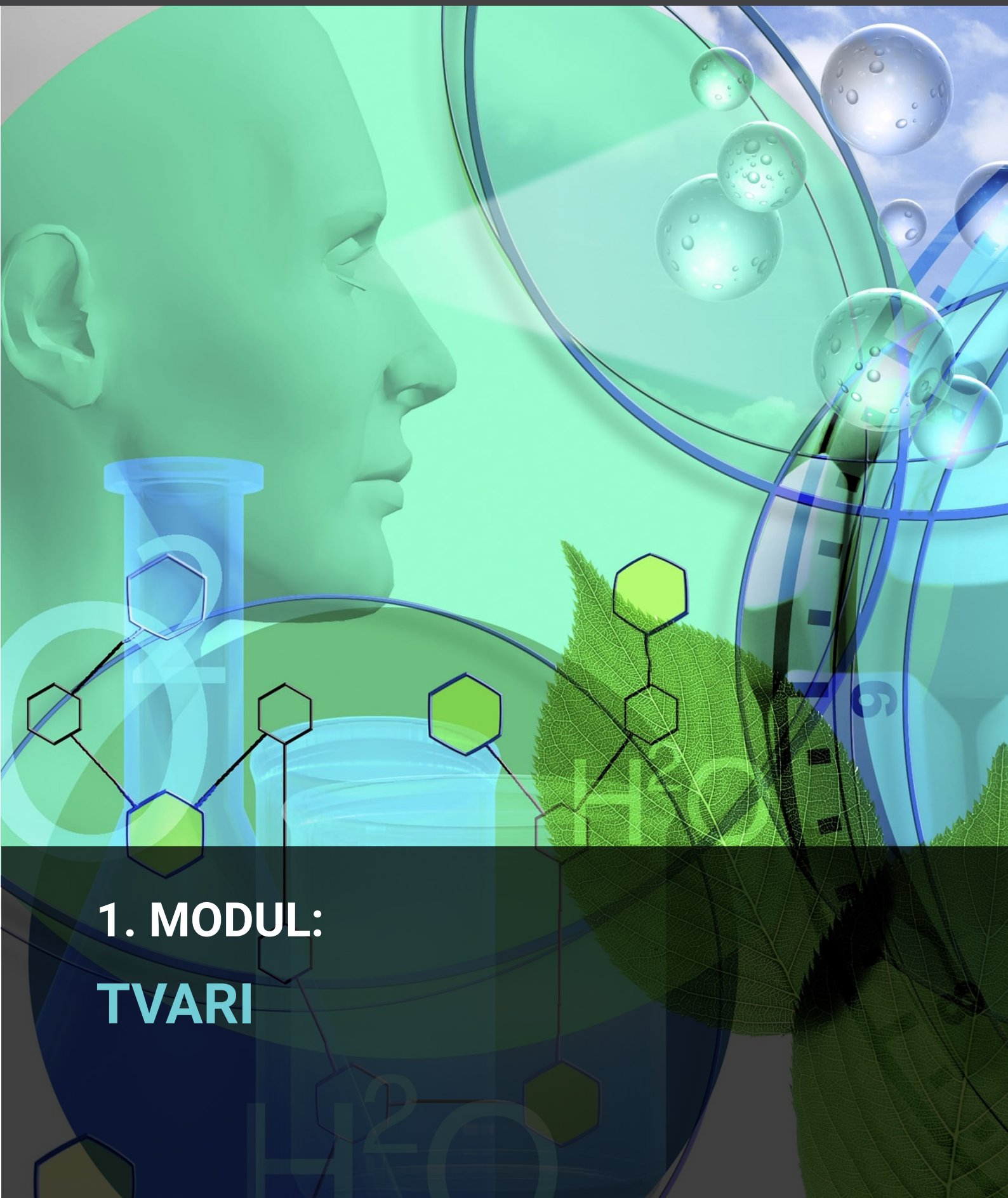
Ivančić, Đ., Stančić, Z. (2015). „Razlikovni pristup u inkluzivnoj školi“. U: Igrić, Lj. i suradnici (ur.). *Osnove edukacijskog uključivanja. Škola po mjeri svakog djeteta je moguća*. Zagreb: Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Školska knjiga, 159–203.

Skjorten, M.D. (2001). *Towards Inclusion and Enrichment*. U: B.H. Johnson i M.D. Skjorten (ur.). *Education Special Needs Education: An Introduction* (str.23-48). Oslo: Unipub forlag.

Sekušak-Galešev, A., Stančić, Z., Igrić, Lj. (2015): *Škola za sve, razvrstavanje učenika i čimbenici učenja*. U: Igrić, Lj. I sur. *Osnove edukacijskog uključivanja. Škola po mjeri svakog djeteta je moguća* (str.203-249). Zagreb, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Školska knjiga.

Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008.





**1. MODUL:**  
**TVARI**

## Uvod

Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima i odnosi se na prvi modul nastave kemije za prvi razred srednje škole. Prvi modul nosi naslov *Tvari*. U Priručniku je ukratko prikazano pet DOS jedinica koje se obrađuju u prvom modulu. Naglašene su specifičnosti modula i pojedinih DOS jedinica te je ukazano na metode poučavanja i poteškoće koje nastavnik može očekivati u razredu pri radu na pojedinoj jedinici. Budući da u ovom priručniku nije predviđena izrada nastavnih priprema i radnih listića, takvi materijali nisu izrađeni.

Uz svaku DOS jedinicu u nastavi kemije za drugi razred srednje škole predložene su specifične didaktičko-metodičke upute za rad s učenicima s teškoćama. U Priručniku su opisani različiti načini prilagodbe aktivnosti u nastavi kemije, vidljivi pod nazivom *inkluzivni prikaz* i odnosi se na sve elemente od kojih se pojedini DOS sastoji: tekst, fotografija, galerija fotografija, videozapis/animacija, interaktivni objekti, zadatci za rješavanje, kviz, test. Inkluzivni prikaz, odnosno smjernice za pristupačnost, proizlaze iz specifičnosti odgojno-obrazovnih potreba učenika s teškoćama.

Pretpostavlja se da će uz inkluzivne sadržaje pristupačnosti učenici moći dostići iste odgojno-obrazovne ishode. U svrhu upoznavanja općih didaktičko-metodičkih uputa za rad s učenicima s teškoćama nastavnik može pronaći ideje na mrežnoj stranici:

[https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/09/CARNET\\_Didakticko-metodicke-upute.pdf](https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/09/CARNET_Didakticko-metodicke-upute.pdf).

Smjernice za podršku u radu s **darovitim učenicima s teškoćama** nastavnici mogu naći na poveznici *Centra inkluzivne potpore IDEM*.

# 1. Tvari

Sve se jedinice ovog modula odnose na fundamentalni kemijski koncept – tvar. Pri njegovu se koncipiranju polazi od analize kemije kao prirodne i eksperimentalne znanosti, utvrđivanja temeljnih kemijskih pojmova i pravila izvođenja pokusa, zatim se preko izvora tvari te njihovih fizikalnih i kemijskih svojstava stiže do podjele tvari i postupaka odjeljivanja iz smjesa, u kojima se većina tvari u prirodi i nalazi.

## Popis jedinica:

- 1.1. Kemija i njezino značenje
- 1.2. Temeljni kemijski pojmovi i osnovna pravila pri izvođenju pokusa
- 1.3. Izvori tvari
- 1.4. Fizikalna i kemijska svojstva tvari
- 1.5. Podjela tvari i postupci odjeljivanja tvari

## Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ razlikovati prirodne znanosti
- ✓ prepoznati važnost kemije u suvremenom životu
- ✓ navesti povijesni razvoj kemije (drevne civilizacije, alkemija, suvremena kemija, kemijska industrija, ekologija)
- ✓ ukazati na prednosti i opasnosti daljnjeg razvoja kemijske industrije
- ✓ prepoznati uobičajeni kemijski pribor i posuđe
- ✓ opisati osnovne laboratorijske tehnike
- ✓ protumačiti značenje piktograma opasnosti i znakova upozorenja
- ✓ primijeniti sigurnosne mjere tijekom rada s otrovnim, korozivnim i zapaljivim kemikalijama
- ✓ objasniti značajke agregacijskih stanja tvari
- ✓ usporediti tvari po sastavu, vrsti i svojstvima
- ✓ analizirati fizikalne i kemijske promjene
- ✓ očitati podatke iz grafičkoga ili tabličnoga prikaza
- ✓ opisati izvore tvari
- ✓ usporediti tvari po sastavu i svojstvima
- ✓ opisati kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnom životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na živa bića i okoliš

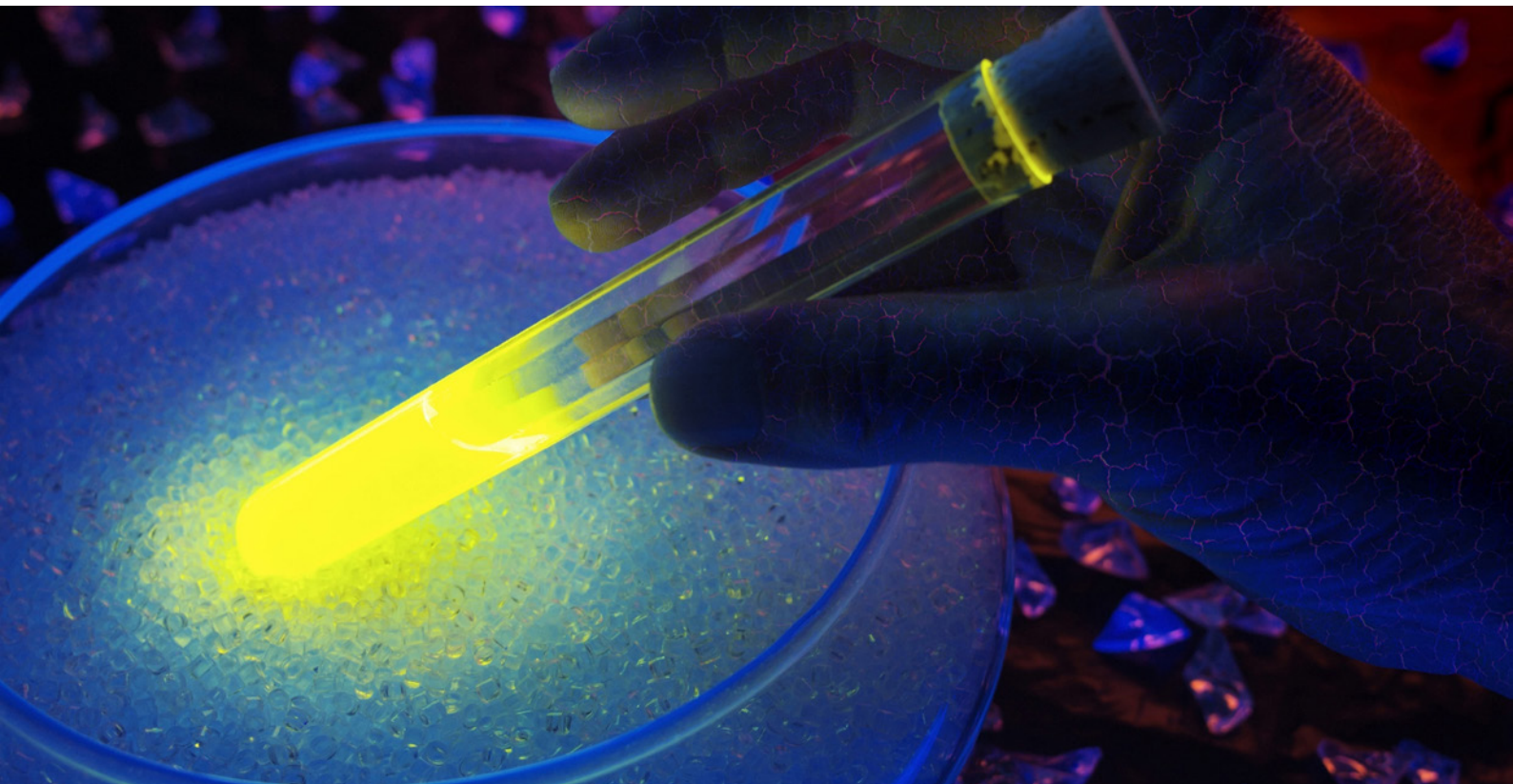
- ✓ razlikovati čiste tvari od smjesa tvari
- ✓ prepoznati vrste smjesa
- ✓ pripremiti homogenu i heterogenu smjesu
- ✓ primijeniti postupke odjeljivanja tvari.

Pri obradi navedenih pet nastavnih jedinica korisno je uključiti sljedeće scenarije poučavanja izrađene u okviru pilot-projekta e-Škole, koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

- Kemijska reakcija – gorenje
- Kemijski *panta rhei*
- Imate li heterogen doručak?
- Voda – dragocjena i jedinstvena
- Promjene agregacijskih stanja
- To je baš zakon.

Za obradu nastavnih sadržaja modula *Tvari* preporuča se eksperimentalni pristup pa naglasak treba staviti na primjenu metode laboratorijskog rada. Učenici trebaju imati aktivne uloge pa se preporuča provedba odgovarajućih oblika suradničkog učenja. Nastava bi ponajprije trebala sadržavati elemente heurističkih, problemskih i programiranih didaktičkih sustava. S obzirom na to da je primarni cilj učenja kemije razvijanje sustava mišljenja, gdje je to moguće, zadatke i nastavne probleme treba prilagoditi i propitivati na višim kognitivnim razinama. Primjeri korištenja IK tehnologije pri obradi nastavnih jedinica dobro su prezentirani u preporučenim scenarijima poučavanja. Budući da su tvari dio svakodnevnog okruženja, radi kvalitetnije motivacije i postizanja očekivanih ishoda učenja preporučuje se uporaba karakterističnih primjera koji su dio životnog iskustva učenika.

U nastavku ćemo se osvrnuti na svaku nastavnu jedinicu ovog modula.



## 1.1. Kemija i njezino značenje

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ razlikovati prirodne znanosti
- ✓ prepoznati važnost kemije u suvremenom životu
- ✓ navesti povijesni razvoj kemije (drevne civilizacije, alkemija, suvremena kemija, kemijska industrija, ekologija)
- ✓ ukazati na prednosti i opasnosti daljnjeg razvoja kemijske industrije.

### Metodika nastave predmeta

Učenici su se u 7. razredu već upoznali sa znanstvenom podlogom kemije. Stoga bi obradu ove nastavne jedinice trebalo organizirati u problemskim zadacima kojima bi se raspravila i utvrdila znanstvena utemeljenost kemije i njezina pripadnost prirodnim znanostima.

Mnogo je vremena prošlo od prve uporabe kemijske promjene do znanstvenog utemeljenja kemije. Karakteristične crtice iz života kemičara, razmatrane u ondašnjem kontekstu, i opis okolnosti koje su dovele do značajnih otkrića ukazuju na važnost sustavnog istraživanja, logičkog promišljanja i argumentiranog komuniciranja te predstavljaju osnovu za izgradnju pozitivnih stajališta i vrijednosnih kriterija. Povijesni se aspekt kemije može razmatrati u grupnom radu učenika na karticama s opisom rada i života ljudi značajnih za razvoj kemije ili opisom okolnosti koje su rezultirale značajnim otkrićima. Rad različitih grupa učenika može se povezati izradom lente vremena.

Povezanost kemije sa svakodnevnim životom ključ je uviđanja potrebe za učenjem kemije. Stoga predlažemo uporabu razvojnog razgovora u okviru kojeg bi učenici opisali važnost kemijskih spoznaja za povećanje mogućnosti i kvalitete života ljudi. Pri tome treba elaborirati povezanost kemije s prehrambenom, kozmetičkom, tekstilnom, vojnom, građevinskom i IK industrijom, zatim s proizvodnjom energenata, lijekova, prehrambenih proizvoda i lijekova te poljoprivredom i drugim granama i područjima ljudskog djelovanja.

Jedan od primarnih zadataka kemije jest razvoj ekološke svijesti. Stoga nastavnici moraju koristiti svaku priliku za izgradnju pozitivnih ekoloških stajališta. Također, potrebno je razlučiti kemiju kao znanost od neodgovorne uporabe njezinih rezultata.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Učenicima s teškoćama potrebno je najaviti da će pogledati videozapis te im ukratko opisati sadržaj gledanja. Nakon prvoga gledanja videozapisa potrebno je provjeriti što su učenici vidjeli i doživjeli. Zatim je preporučljivo još jednom pogledati videozapis zaustavljajući je na mjestima ključnima za doživljaj. Ako učenik ima oštećenje vida, potrebno je dodatno opisati dijelove videozapisa koji su ključni za razumijevanje sadržaja. Ukoliko je potrebno, načinite sažetak s ključnim pojmovima koji su važni za doživljaj i razumijevanje. Ova uputa vrijedi za svaki videozapis u svim jedinicama digitalnog obrazovnog sadržaja iz Kemije 1.

Učenicima s teškoćama treba objasniti da je riječ o predmetima uporabne vrijednosti koje svakodnevno koriste (u domaćinstvu, školi, slobodnim aktivnostima). Potrebno je provjeriti jesu li im poznati navedeni nazivi. Učenicima koji imaju teškoće potrebno je pružiti pomoć pri prvom pregledavanju ovog elementa (plakata). Važno je da svaki naziv materijala pročitaju točno te da ga mogu povezati sa svakodnevnim životom. Vodite računa o tome da učenici s oštećenjem sluha ne mogu pravilno izgovoriti složenice i nije potrebno na tome inzistirati.

Za učenike s teškoćama iznimno je važno nove informacije uvoditi postupno.

Pri objašnjavanju ključnih dijelova definicije kemije važno je razložiti i dodatno pojasniti svaki od njih. Potrebno je provjeriti što učenici znaju i misle o ostalim prirodnim znanostima prikazanim na plakatu o kemiji. Taj se trenutak može iskoristiti za njegovanje pozitivnog odnosa prema STEM području pobuđivanjem interesa za različite prirodne znanosti.

Definiciju kemije treba napisati u sažetak ili podsjetnik pripremljen za učenike s teškoćama.

Upute, podsjetnike i sažetke oblikujte usmjerujući se na učenike s teškoćama. Upute moraju biti jasne i razumljive. U sažetcima i podsjetnicima potrebno je istaknuti ključne pojmove i činjenice. Koristite grafičke organizatore, dijagrame te potaknite učenike da mapiraju sadržaj. Pri mapiranju sadržaja potrebno je provjeriti učenikov napredak. Učenici s teškoćama trebaju vođenje tijekom razlučivanja važnih i nevažnih informacija. Također, učenici s oštećenjem sluha imaju siromašniji rječnik. Stoga ih usmjerite i dodatno im objasnite nove pojmove, složenice ili kratice.

## Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Učenicima sa teškoćama potrebno je najaviti da slijede dijelovi teksta i aktivnosti u kojima će proučavati kako su neki događaji u prošlosti utjecali na razvoj kemije.

Prije čitanja teksta o antičkoj mitologiji i izrade lente vremena metalnog doba potrebno je provjeriti koliko se učenici s teškoćama sjećaju priče o Prometeju i nastavnih sadržaja vezanih uz metalno doba.

Pri radu na interaktivnim pitanjima važno je učenike s teškoćama poticati da se usmjere na ono važno te da pokušaju povezati važnost pronalaska vatre i obrade metala za razvoj kemije. Zadatak je potrebno podijeliti na etape te provjeriti jesu li učenici razumjeli upute. Učenici s teškoćama ove bi interaktivne zadatke mogli rješavati u paru ili u manjoj grupi učenika. Ako se nastavnik odluči za takav oblik rada, važno je provjeriti je li učenik s teškoćama aktivno uključen u rješavanje problemskih pitanja.

Pri obradi sadržaja vezanih uz alkemiju potrebno je dodatno naglasiti duljinu vremenskog perioda u kojem se alkemija razvijala. Za učenike s teškoćama važno je dodatno objasniti nove pojmove. Provjerite znaju li učenici legendu o Crnoj Kraljici. Uputite ih da samostalno pretraže mrežne stranice. Iz teksta o alkemičarima istaknite ono što je važno za razvoj kemije. Učenicima sa specifičnim teškoćama učenja, poremećajem pažnje / hiperaktivnim poremećajem, poremećajem iz autističnog spektra trebat će dodatno objasniti nove pojmove. U tu svrhu može se koristiti vizualizacija, sažimanje i povezivanje s već poznatim pojmovima. Pri čitanju tekstova potrebno je pružiti podršku učenicima kod novih i složenih naziva i imena.

Pri obradi sadržaja vezanih uz letalne doze učenicima s teškoćama treba objasniti što znači kratica LD 50. Potrebno je podsjetiti učenike na značenje riječi doza i provjeriti razumiju li njezino značenje. Upitajte učenike koje su od navedenih otrovnih biljaka vidjeli u svojoj okolini. Svakako im ukažite na to da moraju biti oprezni ako su u dodiru s tim biljkama.

U tekstovima o R. Boylu treba usmjeriti učenike na važne sastavnice teksta. Učenici bi trebali znati kako je rad Roberta Boyla utjecao na razvoj kemije. Također je važno da učenici s teškoćama pojme da su Vladimir Prelog i Lavoslav Ružička hrvatski nobelovci čiji je doprinos istraživanjima u kemiji izniman. Potrebno je potaknuti učenike s teškoćama da samostalno ili u paru pretraže mrežne stranice i informiraju sebe, ali i druge učenike o tom sadržaju.

Ako nastavnik odluči organizirati raspravu o sadašnjosti, prošlosti i budućnosti kemije, za učenike s teškoćama potrebno je izraditi jednostavan hodogram. Hodogram bi učenicima omogućio da se aktivno uključe u raspravu. Također je moguće učenike s teškoćama potaknuti da sami izrade umnu mapu o navedenom sadržaju. U ovoj je aktivnosti potrebno da nastavnik vodi učenike i pruža im potrebnu podršku. Umna se mapa može izraditi u IKT alatu, npr. MindMapping.

## Završetak

U završnom dijelu provjerite jesu li učenici s teškoćama usvojili sadržaj na onoj razini koja je osmišljena u odgojno-obrazovnim ishodima. Potaknite učenike da se informiraju o STEM području. Na samom završetku bilo bi dobro podsjetiti učenike s



teškoćama na videozapis iz motivacijskog dijela. U zapisu se navodi kako je kemija svuda oko nas i da je važna za funkcioniranje. Na taj se način sadržaj iz STEM područja učenicima s teškoćama čini bliži i životniji.





## 1.2. Temeljni kemijski pojmovi i osnovna pravila pri izvođenju pokusa

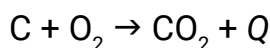
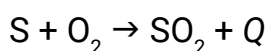
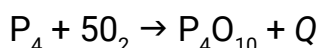
Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ prepoznati uobičajeni kemijski pribor i posuđe
- ✓ opisati osnovne laboratorijske tehnike
- ✓ protumačiti značenje piktograma opasnosti i znakova upozorenja
- ✓ primijeniti sigurnosne mjere tijekom rada s otrovnim, korozivnim i zapaljivim kemikalijama.

### Metodika nastave predmeta

Učenici su u osnovnoj školi trebali ostvariti većinu ishoda učenja ovog nastavnog sadržaja. Stoga predlažemo da se utvrdi količina njihove ostvarenosti, a nedostaci nadgrade praktičnim radom. U tu se svrhu, primjerice, može iskoristiti naizgled jednostavan pokus zagrijavanja smjese leda i vode plinskim plamenikom. Tijekom pokusa, u vremenskim intervalima od, primjerice, tri minute, učenici trebaju očitavati temperaturu i bilježiti opažanja. Na temelju prikupljenih podataka izradit će graf ovisnosti vremena o temperaturi. Konačno, sve uočene promjene prikazat će kemijskim jednadžbama. U okviru ovog pokusa može se razgovarati o *kemiji šibica* (ili/i plina propan-butana ako se plin na plinskom plameniku zapali plamenom upaljača) i procesu gorenja plina, zatim fizikalnim promjenama agregacijskog stanja vode, topljivosti plinova, izlučivanju teško topljivih soli (kalcijeva karbonata) itd.

Primjerice, pojednostavljeni simbolički opisi gorenja šibice mogu se prikazati sljedećim kemijskim jednadžbama:



Najveća vrijednost ovog pokusa očituje se u bogatstvu promjena koje učenicima, najčešće, promaknu. Nakon analize rezultata pokusa učenici, u pravilu, postaju svjesni važnosti pozornog promatranja i opažanja tijekom pokusa.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

U uvodnom je dijelu važno učenicima s teškoćama najaviti da će učiti o izvođenju pokusa, vođenju laboratorijskog dnevnika te pravilima ponašanja u kemijskom laboratoriju. Provjerite znaju li učenici sa specifičnim teškoćama učenja, poremećajem pažnje / hiperaktivnim poremećajem ili poremećajem iz autističnog spektra objasniti sve nove pojmove.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Pri izradi laboratorijskog dnevnika potrebno je provjeriti znaju li učenici s teškoćama korake pri izvođenju pokusa. Ako ne znaju, potrebno je dodatno objasniti i naglasiti najvažnije činjenice.

Prije obrade sadržaja o vođenju laboratorijskog dnevnika i obilaska kemijskog laboratorija učenicima s teškoćama najavite aktivnost. Učenici će se teško usredotočiti na sadržaj. Potrebno ih je usmjeravati na ključne pojmove i činjenice, postaviti im pitanja o očekivanom, saslušati njihov doživljaj obrađenih sadržaja.

Obradujući obrazovni sadržaj vezan uz osnovna pravila za rad i održavanje reda u kemijskom laboratoriju, upute za učenike s teškoćama potrebno je jasno i zorno prikazati. Pravila ponašanja potrebno je često ponavljati te ih istaknuti na vidljivome mjestu u učionici. Važno je provjeriti jesu li učenici razumjeli sve upute. Također je potrebno pripremiti podsjetnik na navedene upute. Učenicima koji imaju specifične teškoće učenja, poremećaj pažnje / hiperaktivni poremećaj ili poremećaj iz autističnog spektra važno je strogo naglasiti moguće opasnosti u kemijskom laboratoriju ako se ne pridržavamo osnovnih pravila za rad.

Sav kemijski pribor i posuđe prikazan na fotografijama i videosnimkama potrebno je učenicima s teškoćama zorno prikazati. Neka nastavnik pokaže učenicima s teškoćama kemijski pribor iz svog kabineta. Važno je omogućiti uključivanje različitih osjetila – vida, opipa, njuha i sluha.

Kod interaktivnog elementa o piktogramima opasnosti potrebno je voditi računa o postupnom informiranju učenika s teškoćama. Piktogrami se mogu posebno označiti uzimajući u obzir perceptivnu prilagodbu (okviri, isticanje). Ako nastavnik primijeti da

se kod učenika s teškoćama javlja zamor, potrebna je kratka stanka u pregledavanju plakata. Nakon pregledavanja plakata provjerite do koje su razine učenici s teškoćama usvojili osmišljeni sadržaj.

Pri rješavanju interaktivnog zadatka naglasite važnost čitanja etiketa na kemikalijama. Potaknite učenike s teškoćama da razmisle o posljedicama koje može imati nečitanje uputa na opasnim kemikalijama.

Prilikom obrade sadržaja vezanih uz mjerenje u kemiji potrebno je zorno i postupno prikazati sve postupke mjerenja te zapisati mjerne jedinice. Nove metode i postupke mjerenja potrebno je nekoliko puta prikazati. Bilo bi dobro da učenici s teškoćama sami iskušaju načine mjerenja mase, duljine i volumena. Važno je osigurati dostupnost podsjetnika s formulama i postupcima rješavanja zadataka.

Važno je prepoznati znaju li učenici s teškoćama pretvarati mjerne jedinice. Pri rješavanju zadataka učenike s teškoćama potrebno je voditi tijekom aktivnosti i provjeriti jesu li učenici shvatili zadatak. Potrebno je pripremiti tablicu s mjernim jedinicama. Sve nove i izvedene mjerne jedinice potrebno je dodatno pojasniti.

### Završetak

U završnom dijelu prije kviza potrebno je ponoviti sve važne činjenice i ključne pojmove. Važno je provjeriti razumiju li učenici s teškoćama nove pojmove.

### Uputa za rad s darovitim učenicima

U ovoj je jedinici za darovite učenike predviđen tekst o vodenoj kupelji i Europskoj agenciji za kemikalije (ECHA).

Nakon čitanja teksta o vodenoj kupelji nastavnik može omogućiti darovitim učenicima da iskuse rad vodene kupelji zagrijavanjem vode u školskom laboratoriju. Neka daroviti učenici istraže za što se sve koristi parna kupelj u svakodnevnom životu. U aplikaciji PowToon mogu izraditi zanimljiv prikaz korištenja parne kupelji, primjerice, u kuhanju.

Za proučavanje sadržaja na stranicama Europske agencije za kemikalije omogućite rad u heterogenoj skupini. Na taj će način daroviti učenici poticati ostale učenike da se uključe te osmišljavati dodatne izazove za skupinu. Pri provođenju kviza na stranici ECHA-e neka daroviti učenici budu odgovorni za analiziranje točnih i netočnih odgovora.

Učenici s teškoćama isto tako mogu biti daroviti učenici. U planiranju aktivnosti za njih je potrebno biti fleksibilan, usmjeriti se na jake strane učenika te ih potaknuti da ostvare svoje potencijale u okviru pojedinih aktivnosti.



### 1.3. Izvori tvari

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ opisati izvore tvari
- ✓ usporediti tvari po sastavu i svojstvima
- ✓ opisati kemijsko djelovanje tvari koje se koriste u svakodnevnom životu ili uobičajenih laboratorijskih kemikalija na živa bića i okoliš.

#### Metodika nastave predmeta

Učenikovo iskustvo važan je izvor znanja u obradi ove nastavne jedinice. Preporučamo uporabu metode rada na tekstu i to udžbeničkih materijala i odgovarajućih znanstveno-popularnih tekstova, primjerice o postanku Zemlje i svemira, rudnim bogatstvima i sl.

#### Uputa za rad s učenicima s teškoćama

##### Uvod i motivacija

Prije gledanja videozapisa najavite učenicima što je tema. Nakon prvoga gledanja preporučljivo je još jednom pogledati videozapis zaustavljajući ga na mjestima ključnima za doživljaj. Ako učenik ima oštećen vid, potrebno je dodatno opisati dijelove videozapisa koji su ključni za razumijevanje sadržaja.

## Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Pogledajte uputu o zajedničkom gledanju videozapisa u prvoj jedinici prvog modula. Tih upuza se pridržajte pri pregledu svih videozapisa u modulu Kemija 1. Pri obradi sadržaja o ugljenu i nafti naglasite i dodatno pojašnjajte važne informacije. Pri pregledu galerije fotografija potrebno je potaknuti učenike da povežu informacije o upotrebi ugljena s primjenom u svakodnevnom životu. Objašnjavajući teorije o postanku nafte, naglasite što svaka od tih teorija znači. Provjerite jesu li složeni izrazi koji se koriste poznati učenicima s teškoćama.

Pri rješavanju interaktivnog pitanja potrebno je provjeriti razumiju li učenici zadatak i provjeriti konačno rješenje. Ako zadatak nije točno riješen, dodatno objasnite sadržaj koji je učeniku ostao nerazumljiv. U ovom zadatku potrebno je pružiti podršku vođenjem tijekom aktivnosti.

Nakon pregledavanja videozapisa *Zrak koji udišemo* moguće je učenicima s teškoćama ponuditi fotografiju koja pokazuje sastav zraka. Na taj će se način izbjeći zamor i raspršenost pažnje. Ova uputa osobito vrijedi za učenike s poremećajem pažnje / hiperaktivnim poremećajem ili poremećajem iz spektra autizma.

Ista uputa vrijedi za fotografiju postavljenu umjesto videozapisa.

Pri rješavanju interaktivnih zadataka vezanih uz film *Zrak koji udišemo* važno je provjeriti razumiju li učenici s teškoćama koje su štetne čestice plinova te kakvi spojevi nastaju ako navedeni plinovi reagiraju s vodom.

Potaknite učenike s teškoćama da se s pomoću galerije fotografija prisjete onog što su već naučili o toj pojavi u osnovnoj školi.

Prije gledanja videozapisa najavite učenicima njegovu temu. Nakon prvoga gledanja preporučljivo je još jednom pogledati zapis zaustavljajući ga na mjestima ključnima za doživljaj. Provjerite jesu li učenici s teškoćama uočili ono važno iz zapisa.

Prilikom pregleda galerije fotografija o dobivanju soli provjerite znaju li učenici s teškoćama gdje se na poluotoku Pelješcu nalazi Ston i od koje je važnosti solana bila za Dubrovačku Republiku.

Prilikom proučavanja teksta o planetu Marsu dodatno pojašnjajte nove i ključne pojmove. Opisujući ekstremne uvjete na Marsu, koristite se vizualizacijom.

## Završetak

U završnom dijelu prije kviza potrebno je ponoviti sve važne činjenice i ključne pojmove. Potrebno je izraditi sažetak koji će učenicima s teškoćama omogućiti rješavanje zadataka. Važno je provjeriti razumiju li učenici s teškoćama zadatke te jesu li ih točno riješili.

## Uputa za rad s darovitim učenicima

U ovoj je jedinici za darovite učenike predviđen tekst o Mohorovičićevu diskontinuitetu i planetu Marsu.



Potaknite učenike da izrade plakat u Piktochartu o Mohorovičičevu diskontinuitetu.

Na taj način omogućit ćete im aktivnu ulogu u razvijanju vlastitih znanja, vještina i stajališta. Također ćete ih potaknut da ostvare svoj kreativni potencijal i koriste samoregulirano učenje.

Nakon čitanja teksta o Marsu i rješavanja zadataka u jedinici predložite im da u aplikaciji BrainPOP pogledaju zanimljiv videozapis o Marsu te riješe kviz.



## 1.4. Fizikalna i kemijska svojstva tvari

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti značajke agregacijskih stanja tvari
- ✓ usporediti tvari po sastavu, vrsti i svojstvima
- ✓ analizirati fizikalne i kemijske promjene
- ✓ očitati podatke iz grafičkoga ili tabličnoga prikaza.

### Metodika nastave predmeta

Kemijske promjene ne možemo zamijetiti nijednim osjetilom. Stoga o njima možemo samo neizravno zaključivati na temelju fizikalnih promjena. Na početku učenja kemije učenici znaju vrlo malo ili ne znaju ništa o strukturi tvari. Zato učenicima treba omogućiti dovoljno vremena za proces konceptualnog razumijevanja kemijskih i fizikalnih promjena. Pri tome treba koristiti odabrane primjere, a nastavu ponajprije organizirati kao praktični rad. Primjerice, provođenje električne struje kroz vodič fizikalna je promjena. Učenike treba dovesti u situaciju da baterijskim člankom, primjerice, zapale željeznu vunu i izvedu zaključke o promjenama koje su se dogodile. Usporedba provedbe električne struje kroz vodič i kroz željeznu vunu zanimljiva je tema za raspravu koja može rezultirati osnovnim spoznajama o strukturi korištenih tvari i vrstama promjena.

Promjene agregacijskih stanja tvari rezultat su promjene strukture tvari. Ono što opažamo na makroskopskoj razini, dakle, posljedica je promjena na submikroskopskoj razini. Stoga se prilikom poučavanja o promjenama agregacijskih stanja (kao i ostalih fizikalnih te kemijskih promjena) sustavno moramo referirati na sve tri razine

prikazivanja kemijskih sadržaja (makroskopsku, submikroskopsku i simboličku). To znači da bi efikasno poučavanje promjena agregacijskih stanja tvari trebalo uključivati pokus (makroskopska razina), simboličke prikaze submikroskopskog svijeta (po mogućnosti animirane simulacije) i simboličke opise (kemijske jednadžbe, grafovi...).

Detaljnije informacije o važnosti sustavnog prikazivanja nastavnih sadržaja na različitim razinama (kemijski triplet) možete pronaći u sljedećem članku: Taber, K. S. (2013). *Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education*. Chem. Educ. Res. Pract., 14, 156.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama u razvoju

### Uvod i motivacija

#### Tvari

Pri definiranju tvari, fizikalnih i kemijskih svojstava učenicima s teškoćama potrebno je dati dovoljan broj primjera iz svakodnevnog života. Također je potrebno potaknuti učenike da sami uoče razliku između fizikalnih i kemijskih promjena. Važno je da učenici s teškoćama uoče da fizikalne promjene utječu na oblik i veličinu tvari, a kemijske promjene utječu na sastav tvari.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Pri obradi svih fizikalnih svojstava tvari, a pogotovo agregacijskih stanja, važno je pronaći što više zornih primjera iz svakodnevnog života.

Pogledajte uputu o zajedničkom gledanju videozapisa u prvoj jedinici prvog modula. Tih upuza se pridržajte pri pregledu svih videozapisa u modulu Kemija 1. Prije gledanja videozapisa o agregacijskim stanjima najavite učenicima njegovu temu. Nakon prvoga gledanja preporučljivo je još jednom pogledati zapis zaustavljajući ga na mjestima ključnima za razumijevanje sadržaja. Pripremite sažetak zapisa s ključnim pojmovima.

Pri rješavanju interaktivnog zadatka potrebno je provjeriti razumiju li učenici s teškoćama zadatak te jesu li ga točno riješili.

Pri obradi nastavnog sadržaja o topljivosti saharoze u vodi iznimno je važno postupno uvoditi učenike s teškoćama u sadržaj te im primjerima iz svakodnevnih situacija dočarati topljivost. Potrebno je potaknuti učenike da sami riješe zadatke koji slijede nakon sadržaja o topljivosti. Ipak, potrebno je provjeravati napredak pri rješavanju problemskog zadatka. Ako je potrebno, pružite podršku pri izdvajanju poznatih podataka te postavljanju zadatka. Vrlo je važno provjeriti razumiju li učenici s teškoćama postotke i omjere koje moraju izračunati u jednom dijelu zadatka.

Pri objašnjavanju električne i toplinske vodljivosti važno je sadržaj povezati sa situacijama i predmetima iz svakodnevnog života.

### Završetak

U završnom dijelu potrebno je ponoviti sve važne činjenice i ključne pojmove. Potrebno je izraditi sažetak koji će učenicima s teškoćama omogućiti rješavanje zadataka. Važno je provjeriti razumiju li učenici s teškoćama zadatke te jesu li ga točno riješili.





## 1.5. Podjela tvari i postupci odjeljivanja tvari

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ razlikovati čiste tvari od smjesa tvari
- ✓ prepoznati vrste smjesa
- ✓ pripremiti homogenu i heterogenu smjesu
- ✓ primijeniti postupke odjeljivanja tvari.

### Metodika nastave predmeta

Konceptualno razumijevanje termina *kemijski element*, *kemijski spoj* i smjesa tvari djelotvorno se izgrađuje aktivnim sudjelovanjem učenika u praktičnim i kognitivnim aktivnostima uz analizu odgovarajućih čestičnih crteža. Stoga osnova ove jedinice treba biti eksperimentalni rad. Preporuča se zadavanje problemskih situacija u kojima učenici moraju pripremiti odgovarajuće smjese, kategorizirati ih te predložiti i primijeniti metode odvajanja njihovih sastojaka.

Uz već navedeno, učenike bi trebalo poticati na analizu i crtanje čestičnih crteža tvari.

Preporučamo da provjerite razumiju li učenici građu tvari uz pomoć radnih listova s čestičnim prikazima strukture kemijskih elemenata, kemijskih spojeva i smjesa tvari koji su dani na stanicama (od 4. do 15.) sljedećeg izvora: Taber, K. S. (2002). *Chemical misconceptions – prevention, diagnosis and cure (Volume II: classroom resources)*, London, Royal Society of Chemistry. Sadržaj je moguće pregledati na

mrežnoj stranici: <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001083/elements-compounds-and-mixtures?cmpid=CMF00002065>.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

#### Interaktivni zadatak

Pri rješavanju interaktivnog zadatka *drag and drop* potrebno je provjeriti razumiju li učenici s teškoćama zadatak. Poslije rješavanja provjerite kako su ga riješili.

#### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Pri razradi sadržaja putem interaktivnog elementa (plakata) važno je mogu li učenici s teškoćama obuhvatiti sve podatke. Potrebno je naglasiti učenicima da plakat mogu postupno otkrivati. Svaki novi pojam potrebno je dodatno pojasniti. Nastavnik bi mogao za učenike s teškoćama pripremiti ispisani predložak plakata. Na taj bi način učenici s teškoćama imali jasniji uvid u shematski prikaz tvari.

Obradujući sadržaj vezan uz kemijsku simboliku, važno je naglasiti postupni razvoj zapisivanja elemenata i molekula tijekom povijesti. Važno je istaknuti da svi kemijski elementi imaju skraćene simbole prema latinskim imenu koje nije uvijek slično hrvatskomu.

Interaktivni zadatak *Relativna rasprostranjenost kemijskih elemenata u Zemljinoj kori* Prilikom rješavanja zadatka potrebno je provjeriti razumiju li ga učenici s teškoćama. Nakon rješavanja provjerite kako su ga riješili.

Pri obradi sastava ljudskog organizma važno je naglasiti kojih elemenata ima najviše, a kojih najmanje. Važno je da učenici s teškoćama razumiju da se svi elementi ne pojavljuju u istom omjeru.

Obradujući sadržaj vezan uz metode razdvajanja smjese, učenicima s teškoćama treba objasniti sve nove pojmove te ih potaknuti da uvide razliku između navedenih metoda. Pri pojašnjavanju novih pojmova potrebno je sadržaj vezati s prethodno obrađenim.

#### *Odjeljivanje smjese vodene otopine bakrova(II) sulfata i sumpora*

Pri rješavanju pitanja potrebno je provjeriti razumiju li ga učenici s teškoćama. Poslije rješavanja provjerite jesu ga točno riješili.

Prije obrade sadržaja vezanih uz destilaciju i frakcijsku destilaciju najavite učenicima aktivnost. Preporučljivo je dodatno pojasniti pojmove i uzročno-posljedične veze. Provjerite razumiju li učenici s teškoćama sve ključne pojmove i uzročno-posljedične veze u kemijskim reakcijama i postupcima odjeljivanja.

Prije obrade nastavnog sadržaja o otapanju joda najavite učenicima sa specifičnim teškoćama učenja, poremećajem pažnje/hiperaktivnim poremećajem ili poremećajem iz autističnog spektra što je tema videozapisa. Provjerite jesu li učenici s teškoćama uočili i zapamtili ključne pojmove i činjenice. Pripremite sažetak ili hodogram s ključnim pojmovima.

Pri obradi pojma kromatografije važno je postupno objasniti postupak i čemu taj postupak služi. Prije gledanja videozapisa o kromatografiji najavite učenicima njegovu temu. Nakon prvoga gledanja preporučljivo je još jednom pogledati zapisa zaustavljajući ga na mjestima ključnima za razumijevanje sadržaja. Provjerite jesu li učenici s teškoćama uočili ono važno u videozapisu. Pripremite sažetak zapisa s ključnim pojmovima.

Pri rješavanju zadatka potrebno je provjeriti razumiju li ga učenici s teškoćama. Poslije rješavanja zadatka provjerite jesu li ga točno riješili.

Prije gledanja videozapisa o kromatografiji najavite učenicima njegovu temu. Nakon prvoga gledanja preporučljivo je još jednom pogledati zapis zaustavljajući ga na mjestima ključnima za razumijevanje sadržaja. Provjerite jesu li učenici s teškoćama uočili ono važno u zapisu. Pripremite sažetak videozapisa s ključnim pojmovima.

### Završetak

Pri rješavanju testa na kraju modula potrebno je provjeriti jesu li učenici usvojili pojmove ključne za njegovu uspješno rješavanje. Potrebno je pružiti podršku učenicima s teškoćama te često provjeravati kako su riješili zadatke.

### Uputa za rad s darovitim učenicima

U ovoj je jedinici za darovite učenike predviđen plakat o masenom udjelu kemijskih elemenata u ljudskom organizmu te tekst o destilaciji vodenom parom.

Nakon proučavanja plakata o masenom udjelu kemijskih elemenata u ljudskom organizmu neka učenici odgovore na pitanja. Nakon toga potaknite ih na raspravu o važnosti unosa vode u ljudski organizam. Potaknite darovite učenike da osmisle razredni projekt o poticanju unosa dovoljne količine vode. Neka ostatak razreda određeno vrijeme putem aplikacije Lino podsjećaju na važnost unosa vode. I ostatak razreda može se javiti povratnom informacijom.

Učenici s teškoćama isto tako mogu biti daroviti učenici. U planiranju aktivnosti za njih potrebno je biti fleksibilan, usmjeriti se na jake strane učenika te ih potaknuti da ostvare svoje potencijale u okviru pojedinih aktivnosti.



**2. MODUL:**

**ATOM I PERIODNI SUSTAV  
ELEMENTATA**

# 2. Atom i periodni sustav elemenata

## UVOD

Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima kemije i odnosi se na drugi modul nastave kemije u prvom razredu srednje škole. U Priručniku je ukratko prikazano pet DOS jedinica koje se obrađuju u drugom modulu nazvanom *Atom i periodni sustav elemenata*. Naglašene su specifičnosti pojedinih DOS jedinica te je ukazano na metode poučavanja i poteškoće koje nastavnik može očekivati u razredu pri radu na pojedinoj jedinici. Budući da u ovom priručniku nije predviđena izrada nastavnih priprema i radnih listića, takvi materijali nisu izrađeni.

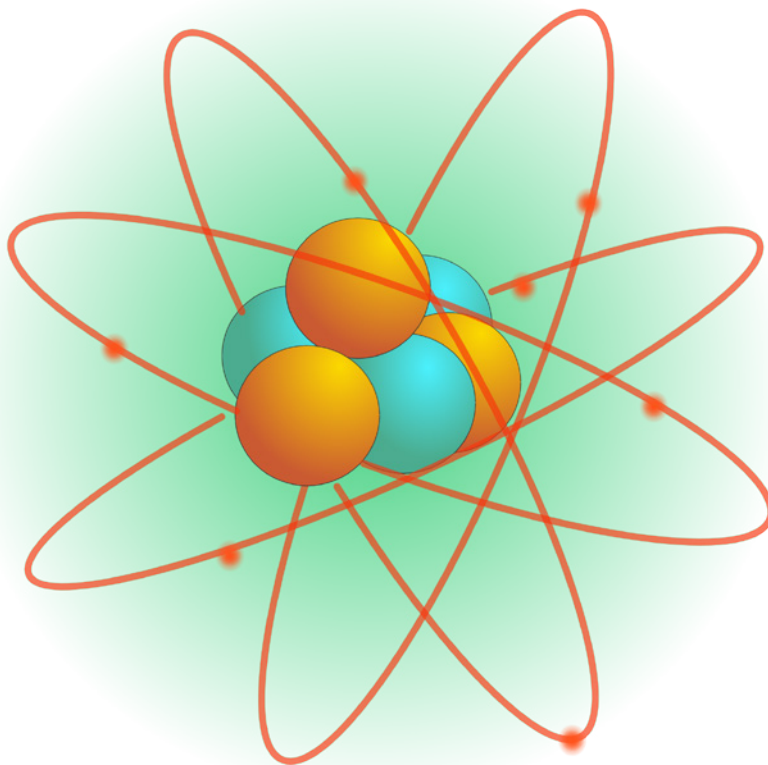
U ovom modulu kao i u prethodnom, ranije stečena znanja učenika će se obnoviti i osvježiti ponavljanjem, dopuniti i podignuti na višu razinu opsegom i dubinom na području građu jezgre i elektronskog omotača atoma te poimanja da se fizikalna i kemijska svojstva tvari mogu povezati s građom atoma. Značaj periodnog sustava elemenata te njegova praktična primjena u nastavi kemiji, temelji su učeniku za uspješno svladavanje nastavnih sadržaja kemije.

## POPIS JEDINICA:

- 2.1. Građa atoma
- 2.2. Izotopi i izobari
- 2.3. Elektronski omotač atoma
- 2.4. Periodni sustav elemenata
- 2.5. Periodičnost svojstava elemenata

## ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI:

- ✓ uočavati zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih crtežima, tablicama i grafovima
- ✓ povezati polumjer, energiju ionizacije, elektronski afinitet s elektronskom strukturom atomske vrste i položajem u periodnome sustavu elemenata
- ✓ ostvariti pomak u razvoju prirodoslovno-znanstvenog pogleda na svijet
- ✓ ostvariti pomak u razvoju sposobnosti rješavanja problema
- ✓ raspravljati o povezanosti strukture atoma pojedinih elemenata i njihovog djelovanja na živa bića



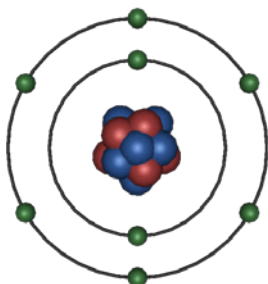
## 2.1. Građa atoma

Odgojno-obrazovni ishodi:

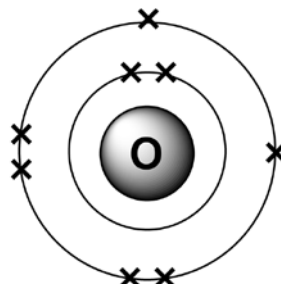
- ✓ navesti svojstva subatomske čestice u atomu
- ✓ analizirati tijek i zaključke Ruthefordovog pokusa
- ✓ upotrijebiti protonski i nukleonski broj u određivanju broja subatomske čestice i vrste atoma

### Metodika nastave predmeta

Tijekom rada na ovom modulu od učenika se očekuje stjecanje znanja o građi atoma. Ova DOS jedinica posebno je fokusirana na taj cilj. Struktura atoma, na ovoj se razini obično prikazuje shemom modela atoma s jezgrom u središtu i elektronima smještenima oko nje, na određenim mjestima na kružnicama (slika 1 i slika 2).



Slika 1



Slika 2

Važno je da učenici tijekom ove nastavne jedinice strukturu atoma ne prikazuju shematskim prikazom poput onoga na slici 2. Takav model, naime, nosi informacije o rasporedu elektrona po orbitalama, pa ga se preporučuje koristiti tek nakon obrade tog dijela nastavnog sadržaja.

Ova dva prikaza, u nastavku učenja kemije, mogu poslužiti kao predložak za raspravu o modelu atoma. Dok se prvi temelji na elektrostatskim interakcijama (zbog kojih su istoimeni elektroni smješteni na istim energijskim razinama maksimalno udaljeni), drugi uključuje više elemenata kvantno-mehaničke teorije (elektroni suprotnog spina mogu se "nalaziti" u istim orbitalama). Od učenika se može zatražiti usporedba tih prikaza odnosno rasprava koju predložimo pokrenuti pitanjem: Koja shema bolje prikazuje strukturu atoma?

Predložimo uporabu jedne od aplikacija koje omogućavaju iskazivanje mišljenja klikom na ekranu pametnog telefona. Za tu svrhu preporučujemo aplikaciju Socrative, besplatno dostupnu na mrežnoj stranici <https://socrative.com/>. Nastavnik će upisati inicijalno pitanje, umetnuti shematske prikaze i pokrenuti aplikaciju. Učenici će promisliti i dodiranjem ekrana svoga mobitela odabrati opciju koju smatraju boljom. Nastavnik će javno prikazati (anonimne) rezultate i pokrenuti raspravu. Aplikacija Socrative je jednostavna za korištenje te besplatna i za učenike.

Nakon rasprave o shematskim prikazima strukture atoma, učenicima je važno naglasiti da prikazane sheme predstavljaju **modele** atoma. Osim takvih, postoje i drugi (drugačiji) modeli atoma. Svi oni nam pomažu u razumijevanju strukture tvari na submikroskopskoj razini.

Znanstvenim istraživanjima utvrđena su različita pogrešna poimanja učenika o strukturi atoma. Mnoga od njih uzrokovana su nerazumijevanjem elektrostatske prirode interakcija subatomske čestice (napominjemo da je u jezgri dominantna nuklearna sila). Izdvojiti ćemo neka od njih:

- ✓ jezgra privlači elektrone više nego što elektroni privlače jezgru
- ✓ elektroni ne privlače jezgru (protone)
- ✓ svaki proton u jezgri privlači po jedan elektron
- ✓ elektroni se odbijaju od jezgre
- ✓ atom je strukturiran poput Sunčeva sustava

Posljednje navedeno pogrešno poimanje vjerojatno je rezultat analogije koje nastavnici ili autori udžbenika koriste da bi pojednostavljujući uspješnije pojasnili složene koncepte ili ideje. Naime, analogija o atomu kao malom sunčevom sustavu često se koristi u nastavi. Međutim, bez pomoći, mnogi će učenici imati poteškoća u prepoznavanju smislenih i besmislenih aspekata te analogije (Taber, 2002).

Da bi se utvrdilo koje elemente Sunčevog sustava učenici vide usporedivima sa strukturom atoma, a koje ne, preporučujemo prijevod i provedbu dvaju radnih listova, *The atom and the solar system* i *Comparing the atom with the solar system*. Radni su listovi dostupni na mrežnoj stranici <http://media.rsc.org/misconceptions/miscon%20solar%20sys.pdf>.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

U uvodnom dijelu jedinice učenicima s teškoćama vizualizacijom pobudite zanimanje za nastanak našeg planeta. Dodatno im pojasnite da je nastanak iz zvjezdane prašine, slikoviti izraz. Zainteresirajte ih navođenjem činjenica o različitim kemijskim elementima koji sačinjavaju i zvjezdanu prašinu i naš planet. Posebno istaknite činjenicu da se svaki element sastoji od jedne vrste atoma te da su atomi osnovne građevne jedinice većine tvari.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Učenici koji imaju teškoće imaju otklonjivu pažnju i češće dolazi do zamora. Pri proučavanju infografike o atomu tijekom povijesti, vodite učenike tijekom aktivnosti te im usmjeravajte pažnju na ključne pojmove vezane uz razvoj teorije o atomu kroz povijest.

Pri obradi građe atoma, nekoliko puta u pojašnjavanju istaknite kako se zovu dijelovi atoma. Osim vizualnih sadržaja (fotografije, grafike i crteži), bilo bi dobro da se učenicima s teškoćama pripremi model atoma npr. ugljika. U tom slučaju, različiti dijelovi atoma se moraju i bojom i teksturom razlikovati.

Pri obradi Rutherfordovog pokusa je potrebno izraditi sažetak za učenike s teškoćama. Potrebno je naglasiti da je ovim pokusom Rutherford pretpostavio kako su subatomske čestice raspoređene u atomu.

Pri zapisivanju nukleonskog i protonskog broja, potrebno je voditi učenike teškoćama tijekom aktivnosti. Istaknite im važnost točnog i urednog zapisivanja, ali imajte u vidu da perceptivne i motoričke teškoće mogu biti prepreka u točnom i urednom zapisivanju gornjeg i donjeg indeksa. Svakako ponudite učenicima uvećani font, te ovisno o preferencijama učenika, različite članove izraza istaknite bojom. Isto vrijedi za sadržaj vezan uz veličinu i masu atoma.

Pružite podršku učenicima s teškoćama tijekom rješavanja interaktivnih zadataka i provjerite učinjeno.

Više o različitim prilagodbama teksta možete pročitati u uvodnom dijelu priručnika, u poglavlju o didaktičko-metodičkim uputama za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama u nastavi kemije.

### Završetak

Potaknite učenike s teškoćama da se aktivno uključe u izradu miniprojekta. Na taj način ćete osigurati njihovo aktivno uključivanje i zbližavanje sa suučenicima iz razreda.





## 2.2. Izotopi i izobari

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti pojmove: nuklid, izotop i izobar
- ✓ usporediti strukture i svojstva izotopa i izobara
- ✓ opisati princip rada spektrometra masa
- ✓ na temelju brojevnog udjela i relativne atomske mase pojedinoga izotopa izračunati prosječnu relativnu atomsku masu atoma elementa

### Metodika nastave predmeta

Iz perspektive nastavnika, pojmovi *izotopi*, *izobari*, pa čak i *nuklidi*, mogu se činiti lako razumljivima. Međutim, za razumijevanje njihova značenja učenici moraju imati jasnu sliku o odnosima protona, neutrona i elektrona u atomu, odnosno o značenju pojmova nukleonski i protonski broj. Problem postaje veći ukoliko se uz protonski i nukleonski broj koriste termini atomski, redni i maseni broj. Veliki broj (novih ili neusustavljenih) pojmova opterećuje radnu memoriju učenika (prema Atkinsonovu i Shiffrinovu modelu pamćenja) i rezultira problemima u pamćenju. Uz prethodno, imaginarnost atoma i subatomskih čestica mnoge učenike ograničava u izgradnji čvrstih kognitivnih shema. Mnogi, zapravo, terminima izotopi i izobari pripisuju samo numeričku vrijednost, u kontekstu broja i odnosa subatomskih čestica, a da o svojstvima tvari izgrađenih od različitih atomskih čestica uopće ne razmišljaju.

Kako bi se izbjegle ili smanjile opisane posljedice, preporučujemo sljedeće:

- a) učenje o izotopima poželjno je potkrijepiti (kemijskim i fizikalnim) svojstvima tvari sastavljenih od pojedinih izotopa određenog elementa
- b) učenici bi samostalno trebali doći do zaključka zašto izotopi, u pravilu, imaju ista (slična) kemijska, a različita fizikalna svojstva
- c) od učenika zatražiti da utvrde i napišu nekoliko, primjerice 4, razlike između izotopa i izobara i tablično ih prikažu (poput primjera u nastavku)

Izotopi	Izobari
Imaju jednak broj protona, a različit broj neutrona.	Imaju različit broj protona i neutrona.
Atomi su istog elementa.	Atomi su različitih elemenata.
Imaju isti protonski, a različit nukleonski broj.	Imaju jednak nukleonski, a različit protonski broj.
Imaju ista kemijska svojstva.	Imaju različita kemijska svojstva.

- d) simbolima prikazati po dva izotopa i izobara
- e) na sljedećem satu provesti jednu do dvije nastavne aktivnosti tijekom kojih će se evocirati i usustaviti znanje o izotopima i izobarima

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

U uvodnom dijelu dodatno pojasnite učenicima s teškoćama kruženje ugljika u prirodi. Potaknite ih da se sjete u kojim nastavnim predmetima su već prije spominjali kruženje tvari u prirodi. Istaknite im ključnu informaciju o tome da se ugljik u prirodi ima dva stabilna izotopa i jedan radioaktivni. Provjerite znaju li učenici s teškoćama definirati pojam radioaktivan. Neka se sjete jesu li koristili taj pojam na nastavi prirode, biologije, povijesti. Dodatno istaknite da je upravo radioaktivni izotop ugljika važan za mjerenje starosti nekog organizma iz kosti ili kose. Na taj način nastavne sadržaje povezujete sa svakodnevnim životom te pobuđujete interes za nastavni predmet.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Pri uvođenju pojma nuklid, provjerite povezuju li učenici s poremećajem iz spektra autizma, motoričkim poremećajima i teškoćama učenja taj pojam s prethodno obrađenim sadržajem vezanim uz protonski broj. Dodatno istaknite da jedan kemijski element može biti mononuklidan i polinuklidan. Za učenike s oštećenjem vida, sluha, motoričkim poremećajem, poremećajem iz spektra autizma, definiciju izotopa nekog kemijskog elementa (ugljika, vodika, klora) potkrijepite shematskim prikazom, fotografijom i modelom. U pojašnjavanju i demonstraciji dodatno istaknite

subatomske čestice čiji broj u izotopima varira. Učenicima s oštećenjem sluha i učenicima s jezičnim teškoćama je važno da novi pojam točno zapamte te uoče sličnosti i razlike kod fonološki sličnih riječi. Pripremite tablicu distinktivnih obilježja izotopa. Također, istaknite da se protonski broj kod izotopa može pisati na dva načina. Neka učenik odabere onaj način koji mu više odgovara.

Pri obradi sadržaja o atomskoj masi i relativnoj atomskoj masi istaknite činjenicu da se prije koristio izotop vodika za određivanje atomske jedinice mase, a danas se koristi izotop ugljika-12. Pri zapisivanju i računanju relativne atomske i relativne molekulske mase, imenujete i dodatno pojasnite svaki član izraza. Ukoliko učenici imaju specifične teškoće učenja, vodite ih tijekom zapisivanja računa. Ako učenici imaju diskalkuliju, vodite brigu da se zadaci daju s jednostavnim brojevima. Tako će učenici usmjeriti pažnju na korake i proceduru rješavanja zadatka te neće biti fokusirani na matematičke radnje. Za sve učenike s teškoćama je potrebno pripremiti listiće s uvećanim fontom. Članove svih izraza istaknite kako je opisano u prilagodbama sadržaja (prilagodba teksta) za inkluzivni prikaz. Ideje o prilagodbi teksta možete pronaći u uvodnom dijelu ovog priručnika. Obratite pozornost na ulomak o prilagodbi načina zapisa formula, simbola, kemijskih procesa i prilagodbu načina rješavanja zadataka.

Pri definiranju izobara, istaknite subatomske čestice kojima se broj mijenja, a kojima broj ostaje isti.

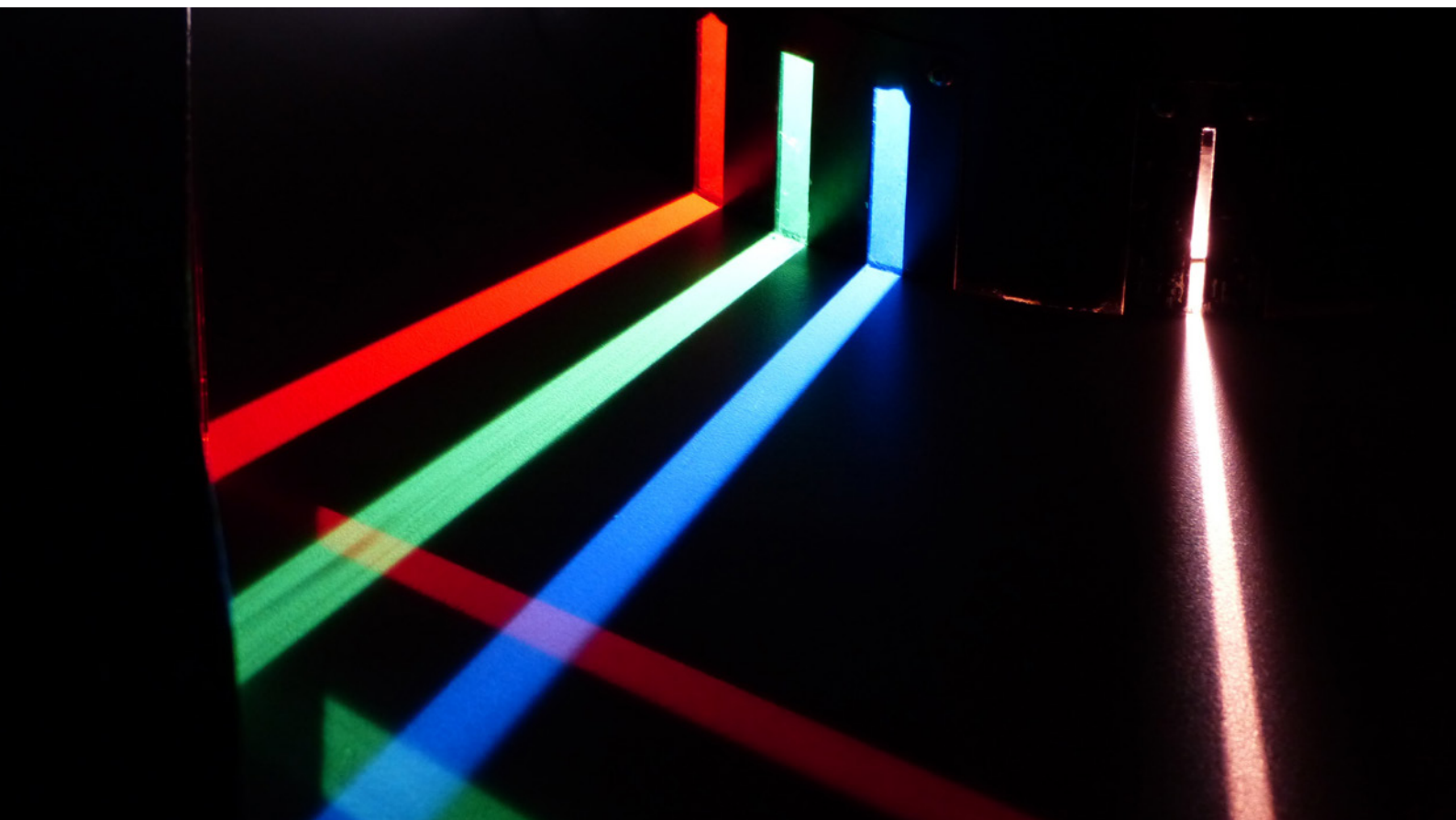
## Završetak

Pri rješavanju zadataka, provjerite razumiju li učenici s teškoćama zadatke i češće provjerite učinjeno. Za rješavanje računskih zadataka pripremite podsjetnik s kemijskim veličinama i formulama.

## Upute za rad s darovitim učenicima

Potaknite darovite učenike da prouče tekst koji se u ovoj jedinici zove *Masena spektrometrija*.

U razgovoru im naglasite da se masena spektrometrija koristi u sudskoj medicini pri otkrivanju korištenja nedopuštenih supstanci i zloupotrebe droga. Neka učenici istraže štetnosti droga. Potaknite ih neka prezentiraju rezultate istraživanja ostatku razreda u alatu <https://prezi.com/start/>. Na ovaj način ćete obuhvatiti određene dimenzije građanskog odgoja te potaknuti učenike da povežu znanje iz kemije sa životnim situacijama.



## 2.3. Elektronski omotač atoma

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ shematski prikazati elektronske konfiguracije atoma različitih elemenata
- ✓ objasniti zašto atomi nekih elemenata d-bloka nemaju očekivanu elektronsku konfiguraciju, npr. bakar, krom, molibden, srebro

### Metodika nastave predmeta

Ova nastavna jedinica uključuje niz pojmova (spektri, orbitale, ljuske, kvant energije...) čije razumijevanje zahtjeva apstraktno promišljanje. Stoga je preporučljivo nastavu vizualizirati i sustavno organizirati uvođenjem i povezivanjem pojmova sljedećim nizom: svjetlo - kontinuirani spektar - linijski spektar - kvant energije - Bohrov model atoma - elektronski omotač: ljuske, podljuske i orbitale.

Orbitala je, primjerice, koncept kojeg i ponajbolji učenici smatraju složenim. Problem razumijevanja ponajprije je uzrokovan visokom apstraktnošću pojma, ali i činjenicom da su učenici već usvojili koncept elektronskih ljuski (shematski prikazivanih kružnicama oko jezgre) koje simboliziraju elektronske orbite, pa značenje korijenski srodnog pojma orbitala nerijetko poistovjećuju s orbitama, odnosno energijskim nivoima. Uvođenjem pojma podljuska, semantičke zavrslame s pojmovima ljuska, orbita i orbitala mogu postati još izraženije.

Važno je učenicima dati do znanja da su orbitale samo modeli - ljudske umotvorine koje olakšavaju razumijevanje jednog dijela prirode. Kako bi se osvijestila ta činjenica, predložimo, nakon obrade tog pojma, otvaranje rasprave postavljanjem sljedećeg pitanja: Kada bi se dogodila nuklearna katastrofa i uništio sav život na Zemlji, bi li još uvijek postojale orbitale?

Kvalitetna je nastava kemije oslonjena na svakodnevni život. Stoga ćemo u nastavku navesti i sažeto opisati dva primjera primjene znanja u znanosti i svakodnevnom okruženju o strukturi atoma, odnosno elektronskom omotaču.

## **Elektronski mikroskop**

Mikroskop je instrument koji projicira uvećanu sliku malog objekta. Najrašireniji su optički (svjetlosni) mikroskopi koji sliku mogu uvećati do 1000 puta. Prema zakonitostima optike nemoguće je prikazati sliku objekta manjeg od polovine valne duljine svjetla upotrijebljenog u promatranju. Kako raspon valnih duljina vidljivog svjetla započinje s približno 400 nm, optičkim se mikroskopom ne mogu prikazati objekti manji od 200 nm.

Louis de Broglie je 1924. godine zaključio da su valne duljine elektrona mnogo kraće od valnih duljina vidljivog svjetla. Temeljem ove ideje 1930. je izrađen prvi elektronski mikroskop. Prema de Brogliju, valna duljina tijela kakvo je elektron, obrnuto je proporcionalna njegovoj brzini. Posljedično, ubrzavanjem elektrona do velikih brzina, moguće je postići valne duljine kratke i do 0,004 nm. To modernim elektronskim mikroskopima omogućava detaljne prikaze objekata uvećanih i više od 250000 puta.

## **Vatromet**

Prilikom eksplozije sadržaj rakete se zagrije na ekstremno visoku temperaturu. To uzrokuje pobuđivanje elektrona koji prelaze na više energijske razine da bi povratkom u stacionarno stanje emitirali svjetlo. Kada bismo analizirali svjetlost emitiranu pri takvom događaju, mogli bismo identificirati tvari koje su je emitirale. Jednostavnim se testom plamena može utvrditi da, uslijed zagrijavanja, litij emitira crveno svjetlo, natrij žuto, kalij ljubičasto, rubidij crveno-ljubičasto, kalcij ciglasto-crveno, stroncij karmin-crveno, a barij zeleno svjetlo. Navedeni elementi emitiraju svjetlost istih boja u eksplozijama vatrometa.

Još je primjera, poput elektronskog mikroskopa i vatrometa, na temelju kojih se može objasniti veza zračenja i strukture atoma. Učenicima se mogu dati zadaci da istraže i objasne, primjerice, kako funkcionira laser, kako i zašto svijetle fluorescentne lampe i reklamni panoi.

## **Uputa za rad s učenicima s teškoćama**

### **Uvod i motivacija**

U uvodnom dijelu potaknite učenike s teškoćama da se prisjete jesu li već prije učili o sunčevoj svjetlosti, boji kao fizikalnom svojstvu. Pri definiranju kontinuiranog spektra

koristite se slikovnim prikazom. Učenicima s oštećenjem vida možete pripremiti taktilno-kinestetički prikaz tako da svaka boja bude označena drugačijom teksturom.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Pri izvođenju pokusa *bojanje plamena*, učenike s teškoćama podsjetite na mjere opreza i pravila ponašanja u laboratoriju. Svakako ih potaknite da aktivno sudjeluju u izvođenju pokusa. Učenicima s teškoćama pripremite kratak sažetak pokusa koji će im omogućiti da riješe zadatke. Pružite im podršku pri rješavanju zadataka, provjerite razumiju li sve ključne pojmove. Nakon rješavanja, provjerite učinjeno. Nakon izvođenja pokusa i rješavanja zadataka potaknite ih da razmisle o rezultatima pokusa.

Pri pojašnjenju kvantne teorije, dodatno pojašnjite i istaknite svaki član izraza. Pripremite izraz zapisan na uvećanom fontu. Pri pojašnjenju Bohrova modela postupno iznesite sve važne informacije. Dodatno istaknite ključne pojmove. Učenici s teškoćama imaju perceptivne teškoće. Elektronski omotač atoma postupno prikažite te se koristite modelima (npr. multisenzornim modelima), slikovnim i grafičkim prikazima ljuska i orbitala. Korištenje multisenzornog modela omogućuje veći prikaz, korištenje boja i sl. Ovakav zorni prikaz omogućuje aktivno uključivanje učenika s teškoćama u nastavni proces. Neka učenici sami odabiru boje koje će vezati uz dijelove elektronskog omotača. Zapis elektronske konfiguracije atoma dodatno pojašnjite te pripremite shematski prikaz s uvećanim tiskom. Pri pojašnjavanju redoslijeda popunjavanja orbitala uzmite u obzir već spomenute perceptivne teškoće koje imaju učenici s teškoćama. Pravilo dijagonala demonstrirajte shematskim prikazom s uvećanim fontom.

### Završetak

Prije rješavanja zadataka, učenicima s teškoćama ponudite sažetak s ključnim pojmovima, izrazima i formulama koje su obrađene u ovoj jedinici. Pružite podršku tijekom rješavanja zadataka. Po završetku, provjerite učinjeno kod svih učenika.

### Upute za rad s darovitim učenicima

U ovoj jedinici je za darovite učenike predviđen tekst o iznimkama u elektronskoj konfiguraciji kod određenih kemijskih elemenata. Među navedenim se nalaze krom i bakar. Neka se učenici istraže uporabu kroma i bakra spojeva u industriji. Neka istraže dobre i loše karakteristike različitih spojeva i legura navedenih elemenata. Neka rezultate prikažu pomoću alata <https://popplet.com/>.

1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003	
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012																	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305																	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.8	
37 Rb Rubidium 84.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.905	54 Xe Xenon 131.29	
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [210]	86 Rn Radon [222]	
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [265]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Nh Nihonium [284]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [288]	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [294]	118 Og Oganesson [294]	
57 La Lanthanum 138.906	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.966	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967				
89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium [257]	101 Md Mendelevium [258]	102 No Nobelium [259]	103 Lr Lawrencium [260]				

## 2.4. Periodni sustav elemenata

Odgovorno-obrazovni ishodi:

- ✓ usporediti suvremeni periodni sustav elemenata (PSE) i Mendeljejevljevu tablicu
- ✓ procijeniti građu atoma nekoga elementa prema položaju u PSE-u
- ✓ utvrditi broj elektrona i elektronsku konfiguraciju valentne ljuske atoma elementa prema položaju u PSE-u

### Metodika nastave predmeta

Periodni sustav elemenata tablični je prikaz kemijskih elemenata organiziran prema njihovim svojstvima. Ne postoji jedinstven oblik periodnog sustava elemenata kojeg se jedino može smatrati ispravnim. Štoviše, veliki broj različitih tipova i verzija periodnog sustava elemenata omogućava izbor onoga koji, u danoj situaciji, najbolje odgovara specifičnim potrebama.

Periodni se sustav elemenata može poučavati na različite načine, od provedbe praktičnih aktivnosti utemeljenih na organizaciji (kategorizaciji) zadanih objekata prema jednom ili većem broju svojstava, preko osmišljavanja "vlastitog periodnog sustava" pa sve do individualnih ili grupnih aktivnosti baziranih na metodi rada na tekstu poput, primjerice, usporedbe originalnoga Mendeljejevljevog i modernoga periodnog sustava elemenata. Pri odabiru pristupa treba uzeti u obzir da su temeljna znanja o toj temi učenici već imali priliku steći u 7. razredu.

Periodni sustav elemenata i elektronska konfiguracija atoma usko su povezane nastavne teme oko čijeg se redoslijeda poučavanja često javljaju oprečna mišljenja. Budući da elektronska konfiguracija atoma određuje položaj elementa u periodnom sustavu elemenata predlažemo upoznavanje učenika s elektronskom konfiguracijom atoma prije obrade značajki periodnog sustava elemenata. Ukratko ćemo opisati pristup koji može rezultirati boljim razumijevanjem ovog sadržaja. Učenicima se daju kartice s oznakama nepoznatih kemijskih elemenata koje možemo označiti slovima A, B, C... Na svakoj je kartici prikazan raspored elektrona po ljuskama atoma te su napisana svojstva elementa. Svaki element, prema podacima s kartice, učenici trebaju upisati u tablicu na način da svaka kolona tablice sadrži elemente slične strukture. Dodatno, nakon kreiranja tablice, učenici trebaju izvesti zaključak o povezanosti strukture atoma grupiranih elemenata sa svojstvima tih elemenata. Nakon završetka aktivnosti nastavnik će analizirati uratke i raspraviti rezultate. Na ovakav način učenici imaju priliku dublje razumjeti prirodnu zakonitost periodičnosti ponavljanja svojstava elemenata koju periodni sustav elemenata na specifičan način opisuje.

Nakon takvog, induktivnog pristupa, učenici bi trebali uspješnije određivati građu atoma i iščitavati svojstva elementa iz njegova položaja u periodnom sustavu.

Budući da je cilj učenja kemije, između ostalog, prirodoslovno i matematički opismeniti učenika, poželjno je da učenici ovisnost svojstava o protonskom broju, elektronskoj konfiguraciji valentne ljuske i sl. opisuju grafikonima i dijagramima. Takvi se prikazi mogu crtati rukom ili uz pomoć IKT alata. Poželjno ih je provoditi u grupama odnosno timovima koji bi nakon izrade takvih prikaza prezentirali uratke i objašnjavali utvrđene suodnose.

Rezultati metodičkih istraživanja ukazuju na probleme učenika u povezivanju različitih kemijskih ideja i koncepata. Taj je problem posebno značajan za nastavu kemije jer se radi o predmetu utemeljenom na snažno integriranim fundamentalnim konceptima i teorijama (Taber, 2016). Stoga se, u kontekstu ove teme, predlaže provedba zadatka popunjavanja umne mape o periodnom sustavu elemenata. Zadatak je, u obliku radnog lista, pod naslovom *Revising the Periodic Table*, dostupan na mrežnoj stranici <http://www.rsc.org/education/teachers/Resources/afchem/resources/27/index.htm>.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

U uvodnom dijelu potaknite učenike s teškoćama na promišljanje o tome kako se svi kemijski elementi koje su znanstvenici otkrili mogu usustaviti. Neka razmisle postoji li neki sustav koji su u osnovnoj školi spominjali, a da je važan za što lakše grupiranje kemijskih elemenata. Zanimanje za sadržaj im pobudite razgovorom o nedavno otkrivenim elementima koji su zanimljivi zbog svojih svojstava (nestabilnost, životni vijek se mjeri u milisekundama).

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

U razgovoru i pojašnjavanju povijesnog slijeda otkrivanja kemijskih elemenata, posebno istaknite važnost otkrića D. I. Mendeljejeva. Nakon postupnog pojašnjenja

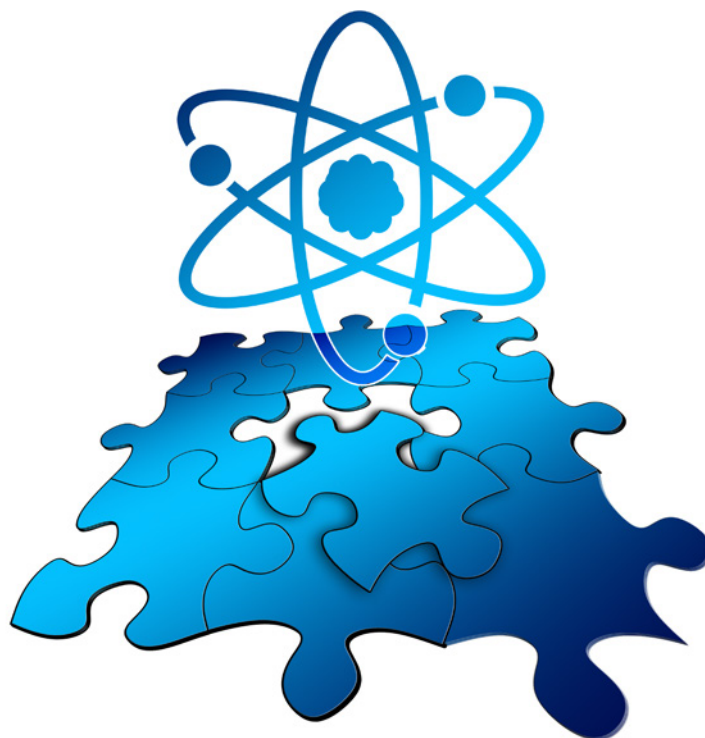


otkrića vezanih uz otkriće periodnog sustava elemenata kroz povijest, potaknite učenike s teškoćama da se aktivno uključe u istraživački miniprojekt. Na taj način pobuđujete njihov interes za proučavanjem kemije te potičete njihovo uključivanje u skupni rad razreda. Učenicima s teškoćama treba točno definirati njihovu ulogu u projektu te im reći koji su njihovi zadaci. Nekim učenicima neće trebati podrška, a neki će trebati vođenje tijekom ove aktivnosti.

Pri pojašnjavanju organizacije suvremenog periodnog sustava, provjerite prisjećaju li se učenici s teškoćama definicije protonskog broja, elektronske konfiguracije i sl. Dodatno istaknite koje sve informacije o svakom elementu moraju biti navedene u periodnom sustavu. Postupno pojašnjajte i demonstrirajte na koji način se elementi periodnog sustava mogu grupirati. Provjerite razumiju li učenici nove pojmove. Koristite shematske prikaze koji imaju uvećani font i fotografije. Potaknite učenike s teškoćama da sami istražuju infografiku koja pruža iscrpne informacije o kemijskim elementima periodnog sustava. Pružite podršku pri razlučivanju već obrađenih informacija o kemijskim elementima te pojmova koje će učenici tijekom godine kroz nastavu kemije usvojiti. Učenicima postupno pojašnjajte grupiranje kemijskih elemenata u skupine. Pri demonstraciji grupiranja elemenata, važno je da odmah skupinu (npr. alkalijski elementi) povežete s mjestom koje im pripada u periodnom sustavu. Također, istaknite kojom bojom su istaknuti metali, nemetali, polumetali. Pojasnite da su crnom bojom zapisani elementi koji su na sobnoj temperaturi u čvrstom stanju, crvenom oni koji su u tekućem, a zelenom oni koji su u plinovitom stanju. Ovaj sustav perceptivnog isticanja će biti od velike koristi za učenike s teškoćama.

### Završetak

Pri rješavanju zadataka na kraju jedinice, uzmite u obzir da bi kod učenika s poremećajem iz spektra autizma, motoričkim poremećajem, deficitom pažnje/hiperaktivnim poremećajem moglo doći do zamora. Pružite im podršku pri rješavanju zadataka. Više o prilagodabama pronađite u uvodnom dijelu priručnika. Pripremite predložak periodnog sustava elemenata s uvećanim fontom kako bi se učenici s teškoćama lakše snalazili u pregledavanju sustava i rješavanju zadataka.



## 2.5. Periodičnost svojstava elemenata

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ predvidjeti kako se mijenjaju polumjer, energija ionizacije i elektronski afinitet atoma elemenata u skupini i kroz periode PSE-a

### Metodika nastave predmeta

Periodni sustav elemenata središnja je tema nastave kemije. Također, to je tema u kojoj su makroskopski svijet (svojstva elemenata) i submikroskopski svijet (elektronska struktura atoma) neposredno povezani. Stoga u poučavanju treba uravnoteženo komunicirati na svim razinama kemijskog tripleta.

Pojmovi *energija ionizacije* i *afinitet prema elektronu* posebno su važni za razumijevanje strukture atoma, trendova u periodnom sustavu elemenata i energijskih promjena tijekom kemijskih reakcija. Stoga ih treba sustavno objasniti. Preporučuje se to učiniti heurističkim, problemskim ili programiranim poučavanjem. Cilj je da učenici samostalno izvedu zaključke o čimbenicima koji određuju vrijednosti energija ionizacije, afiniteta prema elektronu i polumjera atoma te uoče trendove njihovih promjena s promjenom strukture valentne ljuske atoma elemenata u periodnom sustavu.

Kako bi se sustavno objasnile elektrostatske zakonitosti i njihov utjecaj na veličinu i druga svojstva atoma, predlaže se nastavnicima da razmotre mogućnost objašnjavanja Coulombova zakona na samom početku ove nastavne jedinice.

Rezultati istraživanja provedenih na uzorcima učenika i studenata iz različitih obrazovnih sustava pokazuju raširenost poteškoća s razumijevanjem koncepta *energija ionizacije* (Tan, 2008) bez obzira na kulturološke, kurikularne, dobne i druge razlike. Taber (2003) je utvrdio da učenici iz Velike Britanije (uzrast od 16 do 18 godina) ne razumiju potpuno elektrostatske zakonitosti kojima se objašnjavaju interakcije između jezgre i elektrona u atomima i ionima. Mnogi su se učenici složili s idejom o jezgri kao izvoru sila stalne jakosti, određene nabojem jezgre, koje se raspodjeljuju među elektronima (koncept *očuvanje sile*). Također, pokazalo se da dio učenika oktetnu elektronsku konfiguraciju smatra pokazateljem stabilnosti submikroskopskih vrsta, pa tako i postizanje okteta uzrokom kemijskih promjena.

Do istih su zaključaka došli Tan i suradnici (2005) istražujući kako učenici iz Singapura (uzrast od 17 i 18 godina) razumiju koncept *energija ionizacije*. Dodatno, primijetili su da mnogi učenici zaključuju o energiji ionizacije uzimajući u obzir samo jedan ili dva od tri čimbenika koji na nju utječu – naboj jezgre, udaljenost elektrona od jezgre te efekt međusobnog odbijanja i elektronskog štita.

Razumijevanje koncepta *energija ionizacije* kod vlastitih učenika može se provjeriti uz pomoć dijagnostičkog instrumenta *Ionisation energy – true or false?*, dostupnog na mrežnoj stranici <http://media.rsc.org/Misconceptions/Miscon%20Ionisation.pdf>. Instrument preveden na hrvatski jezik dostupan je u okviru sažetka *Razumijevanje koncepta energija ionizacije*, autorice Crnčević i suradnika (2016), objavljenog u Zborniku sažetaka 3. Hrvatske konferencije o kemijskom obrazovanju.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Nakon gledanja videozapisa o reakciji alkalijskih metala s vodom te reakciji željeza s halogenim elementima-klorom i bromom, provjerite jesu li učenici s teškoćama obuhvatili sve važne činjenice i ključne pojmove. Potaknite učenike na rješavanje zadataka te nakon rješavanja provjerite učinjeno.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Podsjetite učenike s teškoćama da su u prethodnoj jedinici učili o periodnom sustavu elemenata. Istaknite da periodičnost svojstava nekog elementa definira njegovo mjesto u PSE.

Pri pojašnjavanju atomskog polumjera koristite se modelom atoma, fotografijama ili grafičkim prikazom. Provjerite razumiju li učenici s teškoćama povezanost porasta protonskog broja, naboja jezgre i naboja elektronskog omotača.

Pri pojašnjavanju energije ionizacije i afiniteta prema elektronu koristite se vizualizacijom. Dodatno istaknite koliko energije je potrebno za uklanjanje prvog elektrona, a koliko je potrebno za uklanjanje drugog elektrona iz čestice. Učenicima s teškoćama pripremite sažetak s mjernom jedinicom za energiju ionizacije na uvećanom fontu. U razgovoru i pojašnjavanju istaknite da atomi različitih elemenata imaju različit afinitet za elektronom. Naglasite da prilikom privlačenja dodatnog



elektrona, atom mora utrošiti određenu količinu energije te da tada nastaje negativni ion.

### Završetak

Prije usustavljanju i uvježbavanju, provjerite jesu li učenici obuhvatili sve potrebne informacije i ključne pojmove (npr. pisanje kemijskih formula možete s učenicima s teškoćama uvježbati na web stanici (<https://www.periodni.com/enig/enig.html>)). Potaknite ih na samostalnost u rješavanju zadataka. Ukoliko se pokaže potrebnim, pružite im pomoć pri rješavanju zadataka. Pripremite im podsjetnike sa simbolima, računskim formulama, podacima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina. Po završetku, provjerite jesu li učenici točno i uspješno riješili zadatke.

Obratite pozornost na prilagodbe načina zapisa formula. simbola, formula, kemijskih procesa te prilagodbu načina rješavanja zadataka.



### 3. MODUL:

## KEMIJSKE VEZE

# 3. KEMIJSKE VEZE

## Uvod

Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima i odnosi se na treći modul nastave za prvi razred srednje škole. Treći modul nosi naslov *Kemijske veze*. U priručniku je ukratko prikazano devet nastavnih jedinica koje su obuhvaćene trećim modulom. Naglašene su specifičnosti modula i pojedinih jedinica, te je ukazano na metode poučavanja i poteškoće koje nastavnik može očekivati u razredu pri radu na pojedinoj jedinici. U priručniku nije predviđeno da bude razmatrana izrada pripreme i radnih listića, ali su dani primjeri zadataka za uvježbavanje predstavljenog gradiva.

## Popis jedinica:

- 3.1. Kovalentno vezivanje
- 3.2. Ionsko vezivanje
- 3.3. Međumolekulske interakcije
- 3.4. Kristali i amorfne tvari
- 3.5. Molekulski i atomski kristali
- 3.6. Ionski kristali
- 3.7. Metalno vezivanje
- 3.8. Kristali metala
- 3.9. Ponavljanje i usustavljanje gradiva o kemijskim vezama i međumolekulskim reakcijama

## Odgojno-obrazovni ishodi na razini modula:

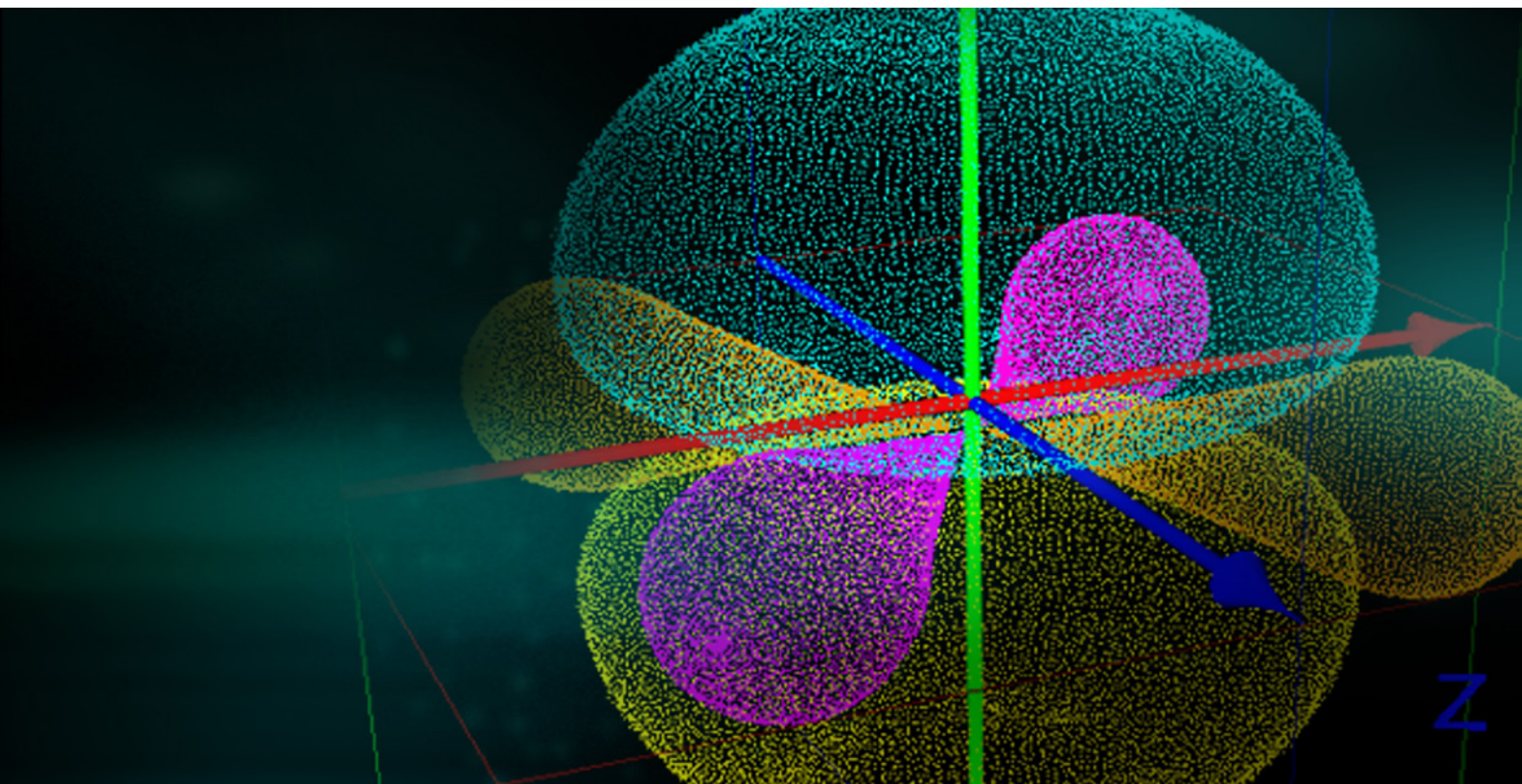
- ✓ objasniti vrste i obilježja kemijskih veza
- ✓ povezati svojstva tvari s međučestičnim interakcijama
- ✓ razlikovati kemijske veze i međumolekulske interakcije
- ✓ ostvariti pomak u razvoju prirodoslovno-znanstvenog pogleda na svijet
- ✓ ostvariti pomak u razvoju sposobnosti rješavanja problema
- ✓ primijeniti znanja o strukturi i svojstvima tvari za promicanje ekološki poželjnih postupanja

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

Općenite **didaktičko metodičke upute za rad s učenicima s teškoćama** možete pronaći na stranici:

[https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/09/CARNET\\_Didakticko-metodicke-upute.pdf](https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/09/CARNET_Didakticko-metodicke-upute.pdf)

U navedenom priručniku prikazani su načini prilagodbe različitih vrsta aktivnosti u odnosu na različite vrste teškoća.



### 3.1. Kovalentno vezivanje

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ povezati model kovalentnog vezivanja s konceptom molekule
- ✓ Lewisovom simbolikom prikazati model nastajanja kovalentne veze
- ✓ obrazložiti usmjerenost kovalentne veze u prostoru
- ✓ prepoznati kada dolazi do odstupanja od pravila okteta za središnji atom u molekuli primjenom VSEPR modela
- ✓ predvidjeti prostornu građu molekula

#### Metodika nastave predmeta

Kemijsko je vezivanje jedna od najvažnijih tema srednjoškolske kemije. Razmatranja načina na koji se čestice udružuju, kao i prirode veza između njih, omogućuju povezivanje značajki strukture s kemijskim i fizikalnim svojstvima tvari. Područje kemijskog vezivanja daleko je od učeničkog svakodnevnog iskustva. Zbog apstraktne prirode, mnogi učenici imaju poteškoća s poimanjem koncepata tog sadržaja. Razumijevanje se postiže uporabom različitih modela od kojih niti jedan ne opisuje sve aspekte kemijskog vezivanja.

Navedene značajke kemijsko vezivanje čine problematičnom temom i za učenje i za poučavanje, stoga ne čudi što je različitim istraživanjima utvrđen veliki broj pogrešnih poimanja. Svijest o konkretnim pogrešnim poimanjima od ključne je važnosti za

nastavnike jer im omogućava planiranje i provedbu nastave u kojoj će se pogrešna poimanja izbjeći ili pokušati ispraviti.

Taber i Coll (2002) su probleme nerazumijevanja kemijskog vezivanja povezali s četirima preprekama za učenje: (a) učenici imaju pogrešne ideje o razlozima nastajanja kemijskih veza; (b) učenici sve tipove veza povezuju s izdvojenim česticama – molekulama i ne razumiju prirodu ionskog i metalnog vezivanja te velikih kovalentnih struktura; (c) učenici vezama smatraju samo ono što se može povezati s *prijenosom elektrona* i *dijeljenjem elektronskog para*; (d) učenici mogu imati problema s percipiranjem prijelaznih tipova veza (primjerice, polarnih veza).

U nastavku ćemo detaljnije opisati svaku od navedenih prepreka:

- a) Utvrđeno je da mnogi učenici pravilo okteta koriste kao temeljni princip za objašnjavanje kemijskih reakcija i kemijskog vezivanja. Prema njemu do kemijskog vezivanja dolazi *zbog težnje (atoma) za postizanjem stabilne elektronske strukture (tj. popunjavanjem vanjske ljuske s 8 elektrona)*. Učenici i studenti često povezuju *dijeljenje* elektrona u molekulama s popunjavanjem vanjske ljuske atoma, pa mnogi zaključuju da je kovalentna veza *dijeljenje* elektrona do kojeg dolazi da bi se popunile vanjske ljuske atoma.
- b) Prema modeliranom kemijskom pogledu, neke su kovalentne tvari sastavljene od molekula, a druge od atoma umreženih u velike kristalne sustave. Soli nisu sastavljene od molekula, već od međusobno povezanih iona. Ova se različitost ponekad ne prepoznaje – mnogi učenici konceptualiziraju tvari kao da su uvijek građene od molekula. Obično prvi koncept kemijskog vezivanja s kojim se učenici susreću – koncept kovalentne veze kojom se vežu atomi u molekulama – može biti izvor takvih poteškoća, ako se nije dobro razumjela priroda kemijskih veza. Stoga bi svaki nastavnik trebao promisliti o redosljedu poučavanja modela kemijskog vezivanja.
- c) U kontekstu razumijevanja kemijskog vezivanja, utvrđeno je nekoliko dihotomija. Kemijski se elementi uobičajeno klasificiraju kao metali ili nemetali. Vrlo često, ova dihotomija kemijskih elemenata vodi k dihotomnoj klasifikaciji kemijskog vezivanja: kovalentna veza uspostavlja se između nemetala, a ionska između metala i nemetala. Istraživanja potvrđuju da učenici na kraju sekundarnog obrazovanja uobičajeno razlikuju samo dvije vrste kemijskih veza – kovalentnu i ionsku.
- d) U svjetlu koncepta polarnih kovalentnih veza, polarnost molekula, polarnost veze i oblik molekula, učenicima mogu predstavljati probleme. Uzroke tome treba tražiti u nerazumijevanju elektronegativnosti i dihotomiji promišljanja o ionskoj i kovalentnoj vezi. Tendencija zanemarivanja polarnosti veze vodi k drugim pogreškama. Primjerice, učenici koji klasificiraju fluorovodik kao tvar sastavljenu od molekula s kovalentnim, a ne (kovalentnim) polarnim vezama, često će solvativirane kemijske vrste te tvari smatrati molekulama i nakon otapanja tvari u vodi.

### Literatura:

Taber, K. S. & Coll, R. (2002). Chemical Bonding. In J. K. Gilbert i sur., (Ed.) *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 213-234.



## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Iskoristite fotografiju dijamanta, grafita i fullerena kako biste učenicima s teškoćama zorno prikazali kako izgledaju tvari koje su građene od različito vezanih atoma ugljika. Naglasite da grafit i dijamant imaju različiti raspored atoma ugljika u prostoru.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Pri pojašnjavanju i demonstraciji povezivanja atoma, nastajanja kovalentne veze naglasite učenicima što utječe na povezivanje atoma. Povezivanje različitih atoma i nastajanje različitih vrsta vezivanja potkrijepite fotografijama, shematskim prikazom i modelima. Naglasite o čemu ovisi prostorna građa molekula. Pri pregledu videozapisa, pristupite učenicima s teškoćama onako kako je gledanje videozapisa u ovom priručniku, u prvom modulu.

Pri opisu načina vezivanja stručnim terminima kao što su oktet, trostrana bipiramida, oktaedar, provjerite jesu li ti izrazi poznati učenicima s teškoćama. Ako je potrebno, izradite modele prema shematskim prikazima ponuđenim u tablici *Prostorna građa molekula prema VSEPR modelu*.

Crtanje strukturnih formula postupno demonstrirajte. Uzmite u obzir da učenici s teškoćama ne mogu biti precizni pri crtanju i konstruiranju.

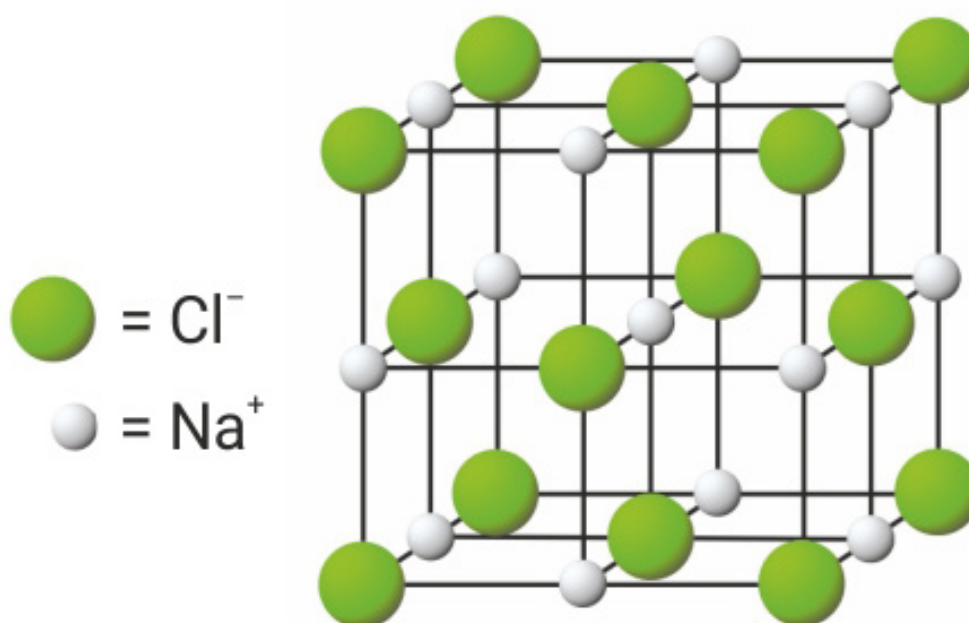
### Završetak

Prije rješavanja zadataka, potaknite učenike s teškoćama da izrade umnu mapu koja će im biti od koristi pri usustavljanju novih sadržaja te povezivanju novih s već usvojenim sadržajem. Ponudite učenicima sažetak s ključnim pojmovima i činjenicama. Provjerite razumiju li učenici sve ponuđene zadatke. Ukoliko je potrebno, pružite im podršku tijekom rješavanja.

### Upute za rad s darovitim učenicima

U ovoj jedinici je za darovite učenike osmišljen tekst o nobelovcu Linusu Carlu Paulingu. Učenicima je ponuđen link na stranicu na kojoj mogu prikupiti podatke o ovom znanstveniku.

Potaknite učenike da izrade plakat pomoću alata <https://piktochart.com/> te ostatku razreda prezentiraju najvažnije informacije.



### 3.2. Ionsko vezivanje

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ prikazati ionsko vezivanje na različitim primjerima

#### Metodika nastave predmeta

Veliki broj učenika na završetku srednjoškolskog obrazovanja ionsko vezivanje percipira kao prijenos elektrona. Istraživanjima je utvrđeno da je ovo uvjerenje povezano s načinom na koji je tema prezentirana u udžbenicima ili od strane nastavnika. Kako bi bolje razumio takva i slična učenička poimanja ionskog vezivanja, Taber (1997) je tendenciju učeničkog promišljanja o parovima iona opisao *Molekularnim okvirom*. Specifična poimanja koja čine molekularni okvir mogu voditi k molekularnoj konceptualizaciji ionskog vezivanja. Taber ih je kanalizirao u tri karakteristična promišljanja i nazvao: *pretpostavka o valentnosti*, *pretpostavka o povijesti* i *“samo sile” pretpostavka*. Takva su promišljanja u suprotnosti sa znanstveno utemeljenim, *elektrostatskim okvirom ionskog vezivanja*. Detaljniji opis molekularnog i elektrostatskog okvira dan je u tablici 33.

Tablica 33. Molekularni i elektrostatski okvir promišljanja o ionskom vezivanju (Taber, 1997)

Status	Molekularni okvir	Elektrostatski okvir
	Alternativni okvir	Kurikularni okvir
Uloga molekula	Parovi iona se <i>ponašaju</i> kao molekule ionskih tvari.	Ionske strukture ne sadrže ionske parove – u kristalima nema izdvojenih parova iona.
Fokus	Prijenos elektrona je proces kojim nastaju ioni, odnosno ionske veze.	Između suprotno nabijenih iona u rešetkama djeluju sile.
Pretpostavka o valentnosti	Elektronska konfiguracija atoma određuje broj ionskih veza koje taj atom može ostvariti (npr. atom natrija može donirati samo jedan elektron pa može ostvariti samo jednu ionsku vezu s atomom klora).	Broj veza koje mogu nastati ne ovisi o valenciji ili naboju iona već o koordinacijskom broju (npr. koordinacijski broj svakog iona u natrijevu kloridu je 6).
Pretpostavka o povijesti	Veze nastaju samo između atoma koji doniraju ili prihvaćaju elektrone (npr. u natrijevu kloridu, kloridni je ion vezan na onaj ion natrija od kojeg je primio elektron, i obrnuto).	Elektrostatske sile ovise o veličini naboja i njihovoj udaljenosti, a ne prethodnoj konfiguraciji sustava (primjerice, u natrijevu kloridu, ion klora je vezan sa 6 susjednih iona natrija).
<i>Samo sile</i> pretpostavka	Ion je povezan sa svim ionima suprotnog naboja koji ga okružuju, ali samo s jednim ostvaruje ionsku vezu, dok je s ostalima povezan <i>samo silama</i> (ne vezama). (Primjerice, u natrijevu kloridu, kloridni je ion vezan samo s jednim ionom natrija, dok se s preostalim pet susjednih natrijevih iona ne povezuje vezama, nego <i>samo silama</i> .)	Kemijska veza je rezultat elektrostatskih sila – ionske veze nisu ništa više od toga (primjerice, sile između kloridnog iona i svakog od iona natrija koji ga okružuju su jednake).

U nastavku ćemo, na nivou koji je prikladan za učenike srednjih škola, navesti značajke znanstveno prihvaćenog modela vezivanja u ionskim tvarima:

- Svaka ionska tvar sastavljena je od pozitivno nabijenih iona (kationa) i negativno nabijenih iona (aniona) koji su organizirani u pravilnu trodimenzijsku strukturu.
- Brojevi kationa i aniona su u omjerima sukladnima sastavu tvari (što je iskazano njezinom kemijskom formulom).
- Sastav i kemijska formula tvari određeni su nabojem kationa i nabojem aniona – relativni broj suprotno nabijenih iona je toliki da je ukupni naboj kristala nula.

- Svaki je kation okružen s točno određenim brojem najbližih susjednih aniona s kojima se jednako privlači. Broj najbližih susjednih aniona s kojima je povezan, naziva se koordinacijskim brojem kationa.
- Svaki je anion okružen točno određenim brojem najbližih susjednih kationa s kojima se jednako privlači. Broj najbližih susjednih kationa s kojima je povezan, naziva se koordinacijskim brojem aniona.
- Sveukupno elektrostatsko privlačenje kationa i aniona disperzirano kroz kristal ionske tvari, koje kristal drži na okupu, naziva se ionsko vezivanje.
- Broj suprotno nabijenih najbližih susjednih iona – koordinacijski broj promatranog iona – ne može biti izveden iz naboja (koji se nekad poistovjećuje s valencijom) tog iona.

Problemi nerazumijevanja ionskog vezivanja detaljno su istraženi na uzorcima učenika, studenata i nastavnika u RH i objavljeni u radu *Understanding ionic bonding – a scan across the Croatian education system* (Vladušić, Bucat i Ožić, 2016). U radu, besplatno dostupnom na stranicama časopisa *Chemistry Education Research and Practice*, iskazana su pogrešna poimanja i analizirani mogući uzroci problema nerazumijevanja modela ionskog vezivanja te su dane preporuke za poučavanje.

Literatura: Taber, K. S. (1997). Student understanding of ionic bonding: molecular versus electrostatic thinking? *School Science Review*, 78(285), 85-95. Vladušić, R., Bucat, B. R. i Ožić, M. (2016). Understanding ionic bonding – a scan across the Croatian education system. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 685-699.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Iskoristite uvodni tekst kako biste motivirali učenike s teškoćama da se zainteresiraju za nastavni sadržaj. Istaknite povijesnu i životnu ulogu soli. Potaknite ih da razmisle o tome kako bi izgledao njihov svakodnevni život bez soli.

### Razrada sadržaja i poučavanja

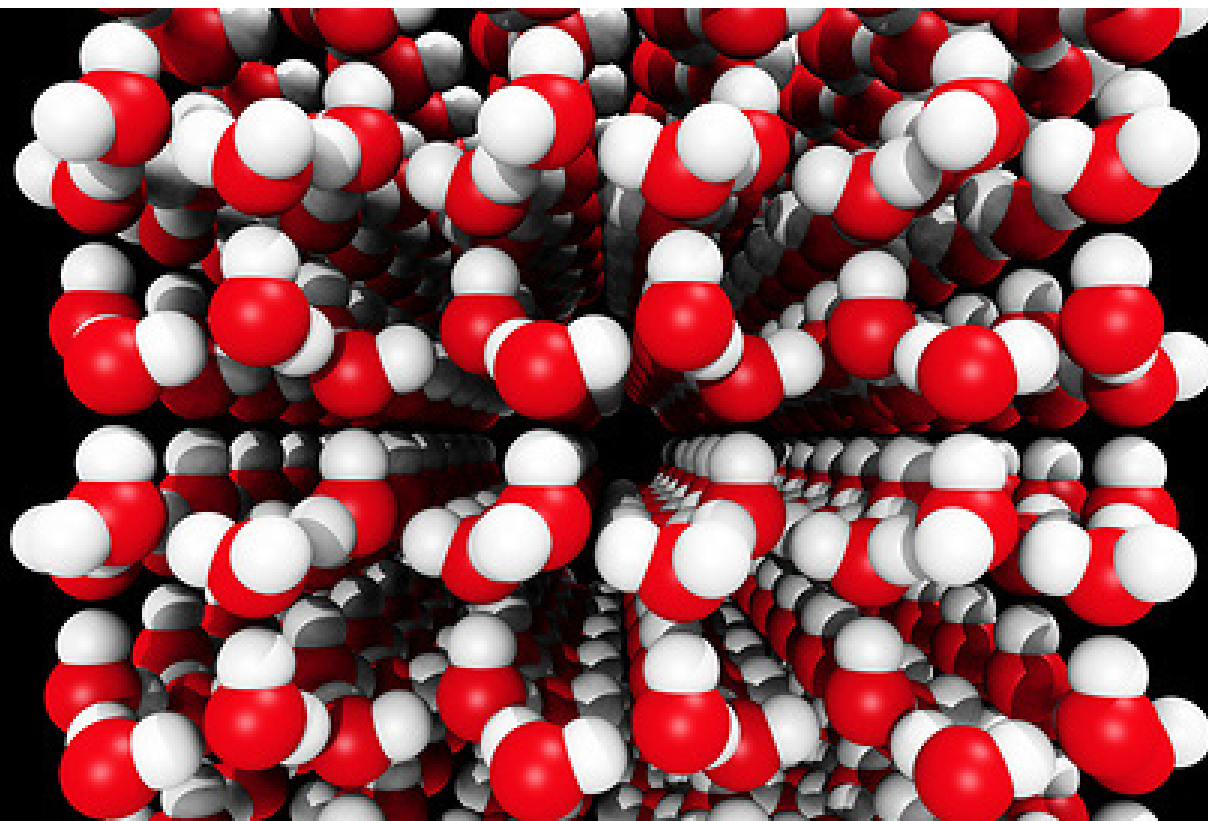
Pokus *Sinteza natrijeva klorida* pripremite na način koji je opisana priprema za pokuse u priručnicima za prvi i drugi modul Kemije 1. Pojasnite učenicima s teškoćama kako riješiti zadatke vezane uz elektronsku konfiguraciju. Podsjetite ih u kojoj su jedinici učili o tome. Ukoliko je potrebno, uputite ih da se prisjete sadržaja i pronađu tu jedinicu u drugom modulu Kemije 1. Ionsko vezivanje i nastanak iona objasnite postupno. Služite se slikovnim i shematskim prikazima kako bi učenici s teškoćama imali jasniju predodžbu aniona, kationa i oksidacijsko-redukcijskih procesa. Istaknite na koji način se označavaju anioni i kationi. Sve navedeno povežite s primjerima iz svakodnevnog života.

## Završetak

Pri rješavanju zadataka na završetku jedinice, držite se uputa danih u uvodnom dijelu priručnika.

## Upute za rad s darovitim učenicima

U ovoj jedinici je za darovite učenike osmišljen sadržaj o natriju i kloru, elementima koji čine kuhinjsku sol, natrijev klorid. Nakon što učenici pogledaju videozapis, potaknite ih da pronađu podatke o Mrtvom moru, jezeru koje ima vrlo visok salinitet. Kada prikupe podatke, neka ih prikažu pomoću IKT alata <https://popplet.com/>.



### 3.3. Međumolekulske interakcije

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ prepoznati ion-ion interakcije
- ✓ prepoznati van der Waalove privlačne sile
- ✓ usporediti vrelišta, tališta i agregacijska stanja tvari prema jakosti van der Waalovih sila
- ✓ shematski prikazati vodikove veze na primjerima
- ✓ objasniti posljedice vodikove veze npr. anomalija vode

#### Metodika nastave predmeta

Iako nam modeli kovalentnog, ionskog i metalnog vezivanja pomažu u razumijevanju (objašnjavanju) mnogih svojstava tvari poput topljivosti, tališta ili električne vodljivosti, pojedina svojstva tvari nije moguće objasniti pomoću njih. Primjerice, razliku vrelišta vode i metana ne možemo objasniti modelom kovalentne veze iako su i voda i metan molekularne građe. Činjenica da se vrelište vode (sastavljene od molekula molarne mase 18 g/mol) i metana (sastavljenog od molekula molarne mase od 16 g/mol), unatoč sličnoj molarnoj masi, značajno razlikuju (100 °C i – 161,5 °C) upućuje na postojanje privlačnih sila (različite jakosti) između njihovih molekula. U nastavi je jakost tih sila potrebno sustavno dovesti u vezu s polarnošću kovalentne veze, odnosno polarnošću molekule. Primjerice, jednostavan prikaz molekule klorovodika Lewisovim simbolima, u kojemu je vezni elektronski par nacrtan neposredno uz

simbol atoma klora (i značajno udaljen od simbola atoma vodika), vizualno će pomoći u poimanju polarnosti molekule klorovodika. Na istom prikazu, temeljem principa Coulombova zakona, može se raspraviti o nejednakoj distribuciji elektriciteta oko atoma vodika i atoma klora.

U nastavku ove aktivnosti, učenike je poželjno angažirati na doctavanju prikaza novih molekula klorovodika oko prvotno razmatrane i razvojnim razgovorom voditi do razumijevanja međumolekulskih interakcija (u opisanom primjeru, vodikovih veza) i njihovog utjecaja na svojstva tvari.

Učenicima je važno naglasiti da su međumolekulske interakcije električne prirode, jednako kao i interakcije koje opisujemo modelima kovalentnog, ionskog i metalnog vezivanja. Utvrđeno je da mnogi učenici kemijske veze ne smatraju interakcijama upravo iz razloga jer se pojam *interakcije* neposredno veže uz međumolekulska djelovanja (*međumolekulske interakcije*) pa je poželjno razjasniti značenje te riječi.

S obzirom da jakost međumolekulskih interakcija u pojedinim tvarima rezultira lako uočljivim svojstvima tih tvari, u poučavanju ovog sadržaja posebno je poželjno polaziti upravo od tih svojstava. Primjerice, učenicima možemo dati zadatak da utvrde jesu li međumolekulske interakcije snažnije među molekulama vode ili molekulama izopropanola. Svaka skupina učenika će dobiti uzorke vode i izopropanola u čašama, dvije kapaljke i da lista papira. Usporedit će oblik kapljice svakog uzorka i brzinu njihova upijanja u papir te će temeljem znanja o napetosti površine izvesti zaključke o relativnoj jakosti međumolekulskih interakcija u vodi u odnosu na iste interakcije u izopropanolu.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

U uvodnom dijelu, videozapis *Ispitivanje polarnosti tekućine*, učenicima s teškoćama pripremite kako je već opisano prikazivanje videozapisa u prvom modulu ovog priručnika.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Kako bi učenici s teškoćama razumjeli pojam međumolekulske interakcije, moraju se prisjetiti makroskopskih stanja tvari koja su se učila u prvom modulu Kemije 1. Ukoliko je potrebno, potaknite ih da ponovno pročitaju jedinicu ili pretraže pojmovnik. Polarne jedinice prikažite shematskim, slikovnim prikazom ili zajedno s učenicima izradite model. Pri pojašnjavanju kovalentnog polumjera i van der Waalsovog polumjera, poslužite se slikovnim prikazom kako biste istaknuli razliku između ta dva pojma. Nakon pojašnjavanja van der Waalsovih i Lonodonovih sila te vodikovih veza, učenicima s teškoćama ponudite sažetak s ključnim pojmovima i važnim činjenicama. Potkrijepite primjerom kod kojih se elemenata te sile ili vrste veza javljaju.



## Završetak

Pri rješavanju zadataka vezanih uz graf, uzmite u obzir moguće perceptivne teškoće i zamor zbog velike količine podataka. Ukoliko je potrebno, učeniku pružite pomoć pri izradi grafa, te se koristite vrstama prilagodbe opisanim u općem dijelu priručnika u poglavlju: Didaktičko metodičke upute za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama u nastavi Kemije.





### 3.4. Kristali i amorfne tvari

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ razlikovati amorfne od kristalnih tvari
- ✓ navesti elemente simetrije
- ✓ izvesti kristalizaciju nekih tvari
- ✓ opisati jediničnu ćeliju kristalne rešetke

#### Metodika nastave predmeta

Svijet koji nas okružuje prepun je tvari u čvrstom stanju. Učenici znaju da čvrste tvari imaju stalan oblik, gustoću i volumen. Međutim, mnogi od njih ne znaju da postoje dvije glavne grupe čvrstih tvari: kristalne i amorfne. Stoga je zanimljivo nastavu započeti tražeći od učenika pretpostavke o strukturi različitih čvrstih tvari.

Pri poučavanju ovog sadržaja treba koristiti izvornu stvarnost jer se temeljem vanjskog izgleda čvrstih uzoraka (primjerice stakla i halita) može zaključivati o (ne) pravilnosti njihove unutarnje strukture.

Važno je pravilno definirati elemente simetrije, jediničnu ćeliju i kristalne sustave. Jedinične ćelije je poželjno objašnjavati uz pomoć strukturnih modela, a kristalne sustave uz pomoć geometrijskih tijela koje učenici mogu sami izrađivati od papira.

Pozornost treba posvetiti razumijevanju pojma kristalna rešetka. Učenici često kristalnu rešetku pogrešno doživljavaju fizičkom strukturom kristala. U poučavanju

treba naglasiti da je kristalna rešetka trodimenzionalni raspored točaka (a ne atoma, iona ili molekula) u kristalu koje tvore ponavljajuće uzorke.

Kristali imaju mnoge primjene u svakodnevnom životu. Učenicima se može zadati da istraže razloge zbog kojih se kristali kvarca često koriste u svakodnevnom životu (u satnim mehanizmima, radioprijemnicima i predajnicima, računalnim mikroprocesorima, termometrima itd.) i o novim spoznajama rasprave na nastavnom satu.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Kako biste motivirali učenike s teškoćama za učenje o kristalima i amorfnim tvarima, iskoristite i fotogaleriju o obradi, talištu i vrelištu stakla.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Pri pojašnjavanju strukture kristala koristite se slikovnim i grafičkim prikazima. Također, koristite i modele kojima ćete zorno demonstrirati sve odlike kristala. Istaknite važnost znanstvenika čija su otkrića označila početak moderne kristalografije te one koji su zbog svojih otkrića povezanih uz kristale dobili Nobelovu nagradu.

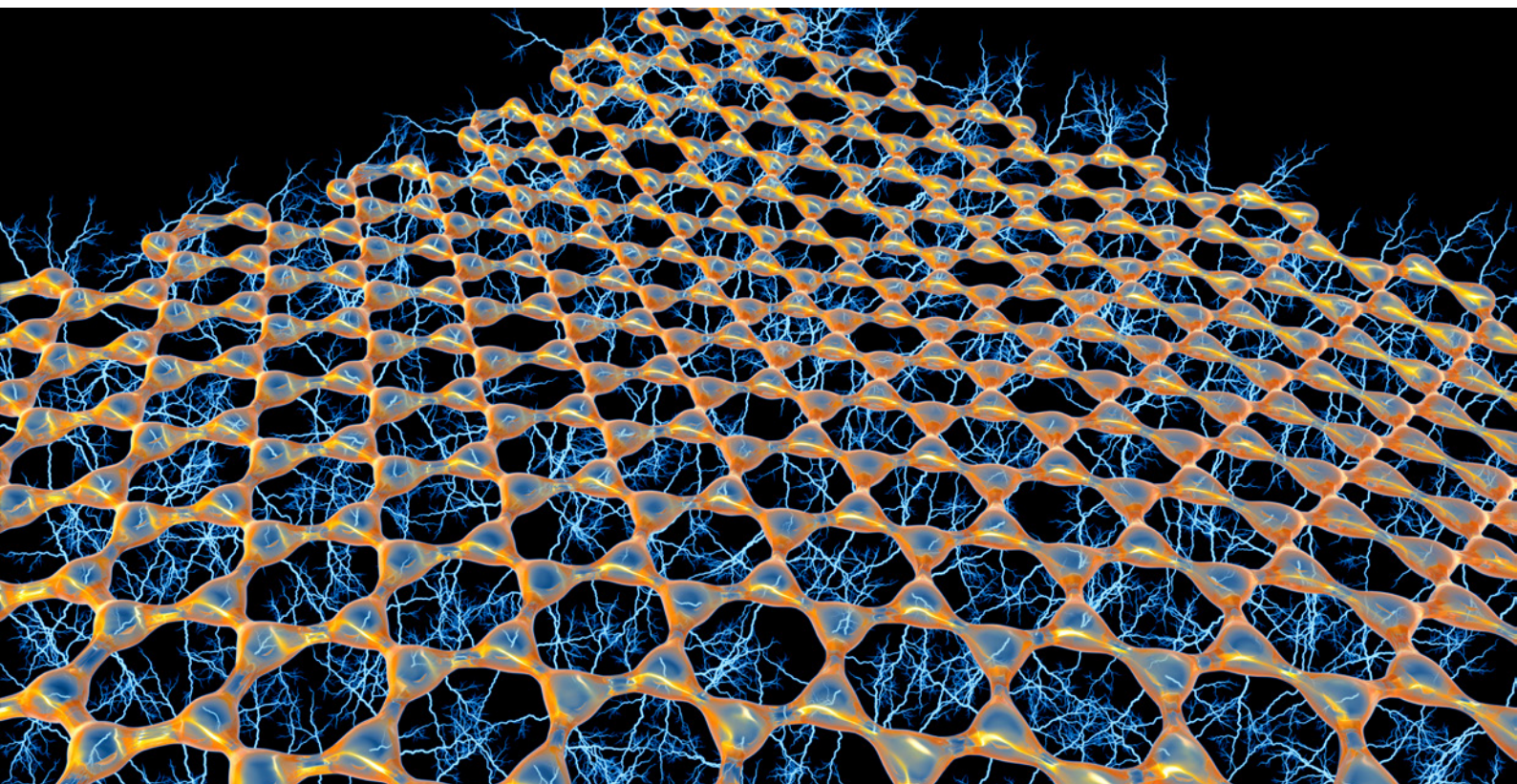
Pri pojašnjavanju simetrije, koristite životne primjere koji se mogu koristiti kao usporedba s važnošću simetrije u kemiji.

### Završetak

Pokus *Kako napraviti bombon* priredite na način koji je opisan u priručnicima za prvi i drugi modul Kemije 1. Ovaj pokus je izvrsna prilika za iskustveno učenje koje je svim učenicima vrijedno. Ipak, učenici s teškoćama će ovim pokusom dobiti primjer iz svakodnevnog života vezan uz nastanak kristala.

### Upute za rad s darovitim učenicima

U ovoj jedinici je za darovite učenike osmišljen sadržaj o svjetlovodima. Neka učenici prikupe podatke o korištenju optičkih vlakana od sedamdesetih godina prošlog stoljeća do danas. Neka izrade prezentaciju u alatu <https://prezi.com/> i ostalim učenicima predstave što su otkrili o ovoj temi.



### 3.5. Molekulski i atomski kristali

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ povezati strukturu molekulskih i atomskih kristala sa svojstvima tvari

#### Metodika nastave predmeta

Osnovni izvori znanja u poučavanju ove nastavne jedinice su kemijski eksperiment i modeli tvari. Temeljem njih potrebno je povezivati strukturu molekulskih i atomskih kristala sa svojstvima tvari. Poželjno je organizirati razredne rasprave. Za tu svrhu mogu se upotrijebiti zadatci koje će učenici razmatrati u paru. Kao zanimljiviju varijantu, koja nastavniku omogućava uvid u promišljanja svih učenika u razredu, predlažemo uporabu jedne od aplikacija koje omogućavaju iskazivanje mišljenja klikom na ekran pametnog telefona. Preporučamo aplikaciju *Socrative*, besplatno dostupnu na mrežnoj stranici <https://socrative.com/>.

Navest ćemo jedan zadatak dvoslojnog tipa (Peterson, 1986) koji se može implementirati u *Socrative* i upotrijebiti za propitivanje razumijevanja povezanosti strukture i svojstava molekulskih kristala.

Suhi je led čvrsta tvar sastavljena od molekula ugljikova dioksida. Koristi se kao sredstvo za hlađenje pojedinih vrsta namirnica. Tijekom tog procesa, suhi led sublimira. Na temelju ovih informacija suhi se led može svrstati u:

1. molekulske kristale
2. atomske kristale

## Razlog

- Kristalna rešetka suhog leda sastavljena je od niza kovalentno vezanih atoma ugljika i kisika koji zajedno čine veliku molekulu.
- Kristalna rešetka suhog leda sastavljena je od molekula ugljikova dioksida međusobno povezanih slabim privlačnim silama.
- Kristalna rešetka suhog leda sastavljena je od molekula ugljikova dioksida međusobno povezanih kovalentnim vezama.
- Kristalna rešetka suhog leda sastavljena je od molekula ugljikova dioksida međusobno povezanih jakim privlačnim silama.

## Literatura:

Peterson, R.F. (1986). *The development, validation and application of a diagnostic test measuring Year 11 and 12 students' understanding of covalent bonding and structure*. Neobjavljeni magistarski rad, Curtin University of Technology, Western Australia.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Kako biste učenike s teškoćama motivirali na učenje o molekulskim i atomskim kristalima, iskoristite tekst o kristalnoj strukturi snježne pahulje. Potaknite učenike da se prisjete zvuka i doživljaja pucketanja ili škripanja snijega. Pojasnite im zbog čega imamo takav doživljaj.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Pri navođenju primjera molekulskih i atomskih kristala te njihovih karakteristika, poslužite se slikovnim prikazom. Dodatno pojasnite zašto molekulski i atomski kristali imaju određene karakteristike. Pri pojašnjavanju odlika dijamanta i grafita, priredite sažetak s ključnim pojmovima i informacijama pošto je ponuđena tablica složena i ima veliku količinu podataka. Sadržaj o ugljikovim nanocijevima objasnite postupno. Korištenje nanocijevi potkrijepite primjerima iz svakodnevnog života.

### Završetak

Priješavanju zadataka na završetku jedinice, držite se uputa danih u jedinici *Kovalentno vezivanje* kao i u uvodnom dijelu priručnika i poglavlju Didaktičko metodičke upute za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama u nastavi Kemije.



### 3.6. Ionski kristali

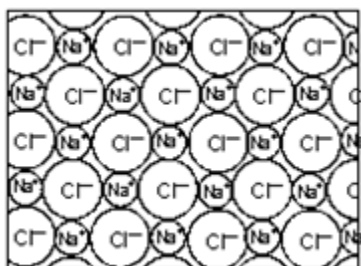
#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ povezati strukturu ionskih kristala sa svojstvima tvari
- ✓ odrediti koordinacijski broj na primjerima
- ✓ objasniti značenje stručnog pojma polimorfija

#### Metodika nastave predmeta

Sve predloženo za nastavu o molekulskim i atomskim kristalima vrijedi i za nastavu o ionskim kristalima.

Ovdje ćemo napisati nekoliko tvrdnji koje se mogu upotrijebiti za raspravu o ionskom vezivanju i ionskim kristalima (Taber, 2002). Tvrdnje se odnose na shematski prikaz strukture natrijevog klorida. Shema prikazuje dio sloja kristala natrijeva klorida.



Pažljivo proučite tvrdnje (izjave) i prosudite njihovu ispravnost.

1. Pozitivno nabijeni ion će biti privučen bilo kojem negativno nabijenom ionu.
2. Natrijev ion je vezan samo s onim ionom klora kojem je donirao elektron.
3. Atom natrija može formirati samo jednu ionsku vezu, jer u svojoj vanjskoj ljusci ima samo jedan elektron kojeg može donirati.
4. Izmjena elektrona između iona natrija i iona klora razlog je zbog kojeg dolazi do formiranja veze među njima.
5. Prema shemi, kloridni je ion privučen jednom ionu natrija tvoreći vezu, dok je s ostalim ionima natrija povezan samo silama.
6. Prema shemi, svaka molekula natrijevog klorida sadrži jedan natrijev i jedan kloridni ion.
7. Ionskom vezom nazivamo privlačenja između pozitivnih i negativnih iona.
8. Nije moguće utvrditi gdje su uspostavljene ionske veze, osim ako znamo koji su natrijevi i kloridni ioni sudjelovali u izmjeni elektrona.
9. Negativno nabijeni ion može biti privučen samo jednom pozitivnom ionu.
10. Razlog nastajanja veze između kloridnog i natrijevog iona je taj što su oni suprotnog naboja.

Točne tvrdnje su 1, 7 i 10. Ostale tvrdnje su netočne.

### Literatura:

Taber, K.S. (2002b). *Chemical misconceptions – prevention, diagnosis and cure: Classroom resources (Vol. II)*. Royal Society of Chemistry, London.

### Uputa za rad s učenicima s teškoćama

#### Razrada sadržaja i poučavanja

Pri objašnjavanju sadržaja o ionskim kristalima, istaknite sličnosti i razlike kloridnih i natrijevih iona. Za vrijeme pojašnjavanja izgleda i strukture jedinične ćelije, koristite se shematskim prikazom i modelima. Učenicima s teškoćama dodatno naglasite da koordinacijski broj definira broj iona suprotnog naboja koji okružuju odgovarajući ion. Navedite im neke primjere kako bi apstraktne pojmove povezali s već poznatim pojmom (npr. natrijev klorid).

Pri izračunavanju gustoće kristalnih tvari te pojašnjavanju svojstva ionskih kristala, sve fizikalne veličine perceptivno istaknite na način koji odgovara učeniku s teškoćama (pogledajte opći dio priručnika). Također, za sve formule, matematičke izraze, kemijske i fizikalne veličine, učenici s teškoćama trebaju sažetak ili podsjetnik. Riješeni primjer pojašnjavajte postupno. Provjerite jesu li učeniku jasni svi postupci u zadatku. Ukoliko smatrate da jedan riješeni primjer nije dovoljan, možete osmisliti još neke. Koristite prilagodbe opisane u općem dijelu priručnika. Učenike s teškoćama



pripremite za pokus *Gorenje magnezija* na način koji je opisana priprema za pokuse u priručnicima za prvi i drugi modul Kemije 1.

### Završetak

Priješavanju zadataka na završetku jedinice, držite se uputa danih u jedinici *Kovalentno vezivanje* kao i u uvodnom dijelu priručnika i poglavlju Didaktičko metodičke upute za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama u nastavi Kemije.



### 3.7. Metalno vezivanje

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ opisati pojam delokaliziranog elektronskog oblaka
- ✓ povezati značajke metalnog vezivanja sa svojstvima metala opisati poluvodiče n-tipa i p-tipa

#### Metodika nastave predmeta

Na najjednostavnijoj razini struktura metala može se opisati kao skup pravilno raspoređenih kationa, međusobno povezanih preko valentnih elektrona koji se slobodno „kreću“ između njih. Ovakav model strukture atoma najčešće se naziva „more elektrona“. Zbog takvog naziva, mnogi učenici mogu izgraditi predodžbu o relativno malom broju kationa organiziranih u prostoru s ogromnim brojem elektrona (morem), zaboravljajući da je ukupan naboj metala nula. Napredniji model, koji se također razmatra u DOS-u, metalno vezivanje objašnjava preklapanjem atomskih orbitala što rezultira nastajanjem ogromnog broja molekulskih orbitala složene geometrije. Pritom nastaju kontinuirane energijske vrpce. Zahvaljujući dostupnoj toplinskoj energiji, elektroni se, unatoč orbitalnim ograničenjima, mogu pomicati između orbitala u vodljivoj vrpci. Iako je ovakav opis znatno složeniji od modela „more elektrona“, učenicima treba naglasiti da se ipak radi o pojednostavljenom modelu. Njime se primarno objašnjava delokalizacija elektrona, zaslužna za svojstvo dobre vodljivosti metala.



Koja pogrešna poimanja učenici imaju o metalnom vezivanju nastavnik može utvrditi uz pomoć dijagnostičkog bloka (dijagnostički instrument s opisom problema i odgovorima) naslovljenog „Iron – a metal“, dostupnog na mrežnoj stranici Kraljevskog kemijskog društva <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001094/iron-a-metal?cmpid=CMPO0002074>.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

U uvodnom dijelu ove jedinice učenike s teškoćama možete motivirati nizom činjenica vezanih uz metale koje koristimo u svakodnevnom životu. Pri razgovoru o metalima koji se u prirodi nalaze u elementarnom stanju i metalima koji se miješaju u legure, potaknite učenike da se prisjete kako se ti metali koriste. Koji metali imaju posebnu vrijednost? Koje legure svakodnevno koristimo?

### Razrada sadržaja i poučavanja

Naglasite da metali čine 4/5 poznatih kemijskih elemenata. Potaknite učenike da se prisjete fizikalnih svojstava o kojima su učili u prvom modulu. Potaknite ih da razmisle kakva fizikalna svojstva imaju metali. Pri rješavanju zadatka u kojem se koristi PSE, učenicima s teškoćama pružite podršku ukoliko ne mogu pronaći podatke iz tablice. Usmjerite ih na inkluzivni prikaz PSE koji je ponuđen u svim modulima.

Metalno vezivanje objasnite postupno. Spomenite neke zanimljivosti o privlačnim silama između jezgre i valentnih elektrona. Dobar primjer je živa. Tako će sadržaj biti potkrijepljen primjerom iz svakodnevnog života, što je vrlo važno učenicima s teškoćama. Provjerite sjećaju li se sadržaja vezanog uz valentnost elektrona i orbitale. Ukoliko je potrebno, potaknite ih da se prisjete sadržaja obrađenog u drugom modulu Kemije 1. Istaknite da se metalno vezivanje tumači teorijom elektronskih vrpca. Ključne procese koji se događaju pri metalnom vezivanju demonstrirajte shematskim prikazom. Nastavni sadržaj povežite sa svakodnevnim životom. Spomenite vodiče, poluvodiče i izolatore.

### Završetak

Pri rješavanju zadataka na završetku jedinice, držite se uputa danih u jedinici *Kovalentno vezivanje*.

### Upute za rad s darovitim učenicima

U ovoj jedinici je za darovite učenike osmišljen tekst o kompleksnim spojevima. Uz tekst su ponuđeni i zadatci koji su osmišljeni kako bi daroviti učenici proširili znanja o kompleksnim spojevima.



### 3.8. Kristali metala

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ povezati strukturu kristala metala sa svojstvima tvari
- ✓ skicirati volumno centriranu, plošno centriranu kubičnu slagalinu

#### Metodika nastave predmeta

DOS o kristalima metala je poželjno povezati s praktičnim aktivnostima stoga predložimo jednostavan pokus kojim se može pratiti rast kristala srebra, a koji se može povezati s 4. zadatkom iz kviza.

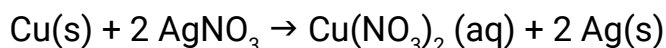
#### **Pokus: Rast kristala srebra**

S površine bakrene žice uklonite tragove oksida i drugih naslaga trljajući je željeznom vunom. Na predmetno staklo postavite 1 cm bakrene žice. Na kraj žice dodajte nekoliko kapi 2 M otopine srebrova nitrata. Kristali srebra će rasti na bakrenoj žici. Promatrajte rast kristala povećalom ili mikroskopom.

Razrijedite malo otopine srebrova nitrata do koncentracije od 1 mol/dm<sup>3</sup>. Ponovite eksperiment s novim uzorkom bakrene žice. Nakon završenog eksperimenta riješite zadatke koji slijede:

1. Temeljem opaženog, nacrtajte kristale srebra. Na što vas iz svakodnevnog života podsjećaju? (Na stablo).

2. Kemijskom jednadžbom prikaži reakciju kojom je nastalo srebro.



3. Je li brzina rasta kristala ovisna o koncentraciji otopine srebrova nitrata? Objasni odgovor. (Da. Veći broj iona se može vezati na rastući kristal.)

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Razrada sadržaja i poučavanja

Pri demonstraciji i pojašnjavanju različitih jediničnih ćelija, uzmite u obzir perceptivne teškoće koje imaju učenici s teškoćama. Svaku vrstu ćelije prikažite modelom, te provjerite jesu li shematski i grafički prikazi razumljivi. Pri izračunavanju popunjenosti prostora, duljine brida, dijagonale, sve fizikalne veličine perceptivno istaknite na način koji odgovara učeniku s teškoćama (pogledajte opći dio priručnika). Riješeni primjer pojasnite jednako kao u jedinici *Ionski kristali*.

### Završetak

Pri rješavanju zadataka na završetku jedinice, držite se uputa danih u jedinici *Kovalentno vezivanje* kao i u uvodnom dijelu priručnika u poglavlju *Didaktičke metodičke upute za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama u nastavi Kemije*.



### 3.9. Ponavljanje i usustavljanje gradiva o kemijskim vezama i međumolekulskim reakcijama

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ procijeniti vrstu kemijske veze na temelju razlike elektronegativnosti povezanih atoma
- ✓ predvidjeti prostornu građu molekule ili iona na temelju VSEPR metode
- ✓ prikazati višeatomne čestice Lewisovom simbolikom
- ✓ razlikovati vrste međučestičnih privlačnih sila

#### Metodika nastave predmeta

Na srednjoškolskoj se razini, o kemijskom vezivanju prvenstveno može razmišljati kao o električnom fenomenu. Tek će u nastavku školovanja učenici, odnosno studenti, otkriti nedorečenosti tog modela i upoznati nove čimbenike i teorije kojima se objašnjava povezanost čestica u strukturama. Povezivanje magnetizma s kemijskim vezivanjem i udubljanje u kvantnu teoriju, na srednjoškolskoj razini predstavlja otegotnu komplikaciju (Taber, 2012). Dakle, osnova za poučavanje kemijskog vezivanja, a time i za usustavljanje učeničkog znanja, sadržana je u činjenici da su veze privlačne sile koje atome ili ione drže na okupu u elementarnim tvarima i kemijskim spojevima. Te su sile rezultat privlačenja između čestica suprotnog električnog naboja, poput iona ili atomskih jezgara i elektrona.

Nastavno na prepreke razumijevanju modela kemijskog vezivanja, opisane u 3.1. točki ovog Priručnika, ponavljanje i usustavljanje učeničkog znanja predlažemo organizirati oko četiri temelja za poučavanje tog sadržaja na srednjoškolskoj razini:

1. Kemijske veze nastaju uslijed djelovanja električnih sila
2. Kemijsko vezivanje ne mora uključivati molekule
3. Nisu sve veze kovalentne ili ionske
4. Između kovalentnog i ionskog postoji i intermedijarno (polarno) vezivanje

Usustavljanje se može organizirati oko uzoraka različitih tvari. Učenicima se daju uzorci različitih tvari u epruvetama te se zatraži da svojstva razmatranih uzoraka povežu sa strukturom tvari i odgovarajućim modelom kemijskih veza i drugih interakcija. Kao uzorci mogu poslužiti magnezijeva vrpca, kristali modre galice, strugotine željeza, grafitna punta, sumporni prah, ugljikov dioksid, polipropen, kvarcni pijesak, natrijev klorid, komadić parafinske svijeće...

### **Uputa za rad s učenicima s teškoćama**

U uvodnom dijelu sata, prije rješavanja zadataka provjerite jesu li učenicima s teškoćama razumljivi svi ključni pojmovi. Ponudite im kratak sažetak sa svim ključnim pojmovima, fizikalnim veličinama, kemijskim izrazima koji su potrebni za rješavanje zadataka. Pri rješavanju zadataka, ponudite učenicima podršku, ukoliko je potrebna. Učenik treba dobiti jasnu uputu o načinu rješavanja zadataka u digitalnom sučelju. U ovoj nastavnoj jedinici ima više tipova zadataka (višestruki izbor, dopunjavanje, pitanje i odgovor, uparivanje). Za svaki od navedenih tipova zadataka potrebno je provjeriti znaju li učenici kako ih riješiti na računalu. Češće provjerite učinjeno. Ukoliko dođe do zamora ponudite učenicima kratke stanke. Ponavljanje služi učvršćivanju znanja i postizanju trajnosti. Zadatke povežite s nekim ključnim detaljem kojim ste motivirali učenike za vrijeme poučavanja i uvježbavanja. Na taj način potičete funkcionalno učenje.



$$r = r_{\parallel} + r_{\perp}$$

$$r_{\parallel} = n(n \cdot r)$$

$$r_{\perp} = -n \times (n \times r) = r - n(n \cdot r)$$

## 4. MODUL:

# KEMIJSKE PROMJENE, OSNOVE KEMIJSKOG RAČUNA I STEHIOMETRIJA KEMIJSKIH REAKCIJA

Drehung Punktspiegelung

# 4. KEMIJSKE PROMJENE, OSNOVE KEMIJSKOG RAČUNA I STEHIOMETRIJA KEMIJSKIH REAKCIJA

## Uvod

Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima i odnosi se na četvrti modul nastave za prvi razred srednje škole. Četvrti modul nosi naslov „Kemijske promjene, osnove kemijskog računa i stehiometrija kemijskih reakcija“. U priručniku je ukratko prikazano osam jedinica koje su obuhvaćene četvrtim modulom. Kroz sedam jedinica objašnjeni su pojmovi; *kemijska sinteza i analiza, ireverzibilne i reverzibilne reakcije, egzotermne i endotermne reakcije, kemijski račun, množina tvari, empirijska i molekulska formula spoja te stehiometrija kemijskih reakcija*. Osmu jedinicu objedinjuje gradivo modula i dobar je primjer sistematiziranja gradiva.

Naglašene su specifičnosti modula i pojedinih jedinica, te je ukazano na metode poučavanja i poteškoće koje nastavnik može očekivati u razredu pri radu na pojedinoj jedinici. U priručniku nije predviđeno da bude razmatrana izrada pripreme i radnih listića, ali su dani primjeri zadataka za uvježbavanje predstavljenog gradiva.

## Popis jedinica:

- 4.1. Kemijska sinteza i analiza
- 4.2. Ireverzibilne i reverzibilne reakcije
- 4.3. Egzotermne i endotermne reakcije
- 4.4. Uvod u kemijski račun
- 4.5. Množina tvari
- 4.6. Određivanje empirijske i molekulske formule spoja
- 4.7. Stehiometrija kemijskih reakcija
- 4.8. Ponavljanje i usustavljanje gradiva o osnovama kemijskog računa i stehiometriji kemijskih reakcija



### Odgojno-obrazovni ishodi na razini modula:

- ✓ primijeniti matematičke vještine za stehiometrijske izračune
- ✓ primijeniti kemijsku terminologiju i simboliku za opisivanje sastava tvari
- ✓ analizirati kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari
- ✓ analizirati izmjenu energije između sustava i okoline
- ✓ ostvariti pomak u razvoju prirodoslovno-znanstvenog pogleda na svijet
- ✓ ostvariti pomak u razvoju sposobnosti rješavanja problema
- ✓ ostvariti pomak u razvoju svijesti o važnosti ekonomične i ekološki prihvatljive uporabe kemikalija





## 4.1. Kemijska sinteza i analiza

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ razlikovati kemijsku analizu i sintezu
- ✓ istražiti primjenu pojedinih reakcija sinteze i analize i njihov utjecaj na zdravlje i okoliš

### Metodika nastave predmeta

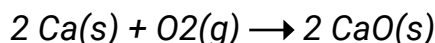
Kemijska reakcija je temeljni koncept u kemiji. Najjednostavnije je definiramo kao proces u kojem iz reaktanata nastaje jedna ili više novih tvari. Za prikazivanje kemijskih reakcija služimo se simboličkim prikazima. Specijalizirani jezik kemije utemeljen na simboličkim prikazima, fundamentalna je značajaka kemije kao znanosti i kemije kao nastavnog predmeta (Vladušić, 2017). Složenost tog simboličkog sustava vidljiva je već iz značenja slova koja, ponekad u kombinaciji s brojevima, između ostalog, simboliziraju (Taber, 2009, prema Vladušić, 2017):

- imena kemijskih elemenata (H, He, Li, itd.), od kojih je mali broj na hrvatskom jeziku očigledno povezan sa svojim simbolom (primjerice, ime helij je intuitivno vezano sa simbolom He; između imena željezo i simbola Fe nema takve veze)
- protonski broj (Z) i nukleonski broj (A)
- različite mjerljive veličine kao što su množina tvari, masa, volumen, tlak, valna duljina, temperatura, entalpija, entropija ( $n, m, V, P, \lambda, T, H, S$ ) itd.

- skraćenice jedinica fizikalnih veličina (mol, kg, m<sup>3</sup>, Pa, cm<sup>-1</sup>, K, itd.), uključujući i njihove kombinacije (mol dm<sup>-3</sup>, J mol<sup>-1</sup>, itd.)
- različite konstante (*k*, *H*, *K<sub>a</sub>*, *z*, itd.)
- oznake matematičkih odnosa kao što su promjena ili znak za veće ( $\Delta$ ,  $>$ )
- oksidacijska stanja u imenima spojeva, kao u sljedećim slučajevima: željezov(II) klorid i željezov(III) klorid; natrijev triokso-sulfat(IV) i natrijev tetraokso-sulfat(VI)

Vladušić (2017) je na sljedeći način opisao složenost simboličkog sustava koji se koristi za opis kemijskih reakcija:

*Poznavanje značenja slovnih simbola je nužno, ali ne i dovoljno, da bi se razumio ili opisao neki kemijski koncept. Primjerice, znanje da simbol O predstavlja jedan atom kisika, dok O<sub>2</sub> označava molekulu, tek je najosnovniji preduvjet razumijevanja značenja kemijskih jednadžbi kojima se opisuju promjene u kojima sudjeluje kisik. Pisanje ili tumačenje kemijske jednadžbe za učenike može biti zahtjevan zadatak. Razmotrimo jednadžbu koja prikazuje relativno jednostavan proces izgaranja kalcija:*



*Razumijevanje ovog izraza, između ostalog, podrazumijeva znanje da zapis Ca(s) predstavlja elementarnu čvrstu tvar kalcij te da formula CaO(s) simbolizira čvrstu tvar, kalcijev oksid, i iskazuje njezin sastav. Jednostruka strelica, ( $\rightarrow$ ), za razliku od drugih vrsta strelica, implicira nepovratnost procesa kojim nastaje produkt. Množine tvari koje reagiraju i množine tvari koje nastaju reakcijom povezuju omjeri koje indiciraju koeficijenti. U ovom slučaju, određena množina kisika, O<sub>2</sub>(g) reagira s dvostruko većom množinom kalcija, Ca(s), pri čemu, u odnosu na množinu utrošenog kisika, nastaje dvostruko veća množina kalcijeva oksida, CaO(s).*

*Da bi razumjeli jednadžbe kemijskih reakcija, učenici trebaju razlikovati stehiometrijske koeficijente i indekse, elementarne tvari od kemijskih spojeva, molekularne od ionskih tvari, molekulske formule od formulskih jedinki ionskih spojeva. Kombinacijom simbola složenost izraza raste. Unatoč tome, nastavnici najčešće planiraju i provode nastavu pretpostavljajući učeničko ili studentsko razumijevanje relevantnih simboličkih izraza.*

Dakle, prije nego li se u nastavi počne analizirati tip kemijske reakcije, poželjno je utvrditi značenje kemijske jednadžbe kojom se ona opisuje.

S konceptima kemijska analiza i kemijska sinteza učenici, u pravilu, nemaju poteškoća. S obzirom da se ti koncepti obrađuju i u osnovnoj školi, za očekivati je da će većina učenika imati znanje o njima, barem na razini pamćenja ili razumijevanja. Stoga se poučavanje preporučuje usmjeriti na razvoj viših razina znanja. Primjerice, reakcije analize – fotolizu, pirolizu i elektrolizu – preporučuje se proučiti kroz eksperimentalni rad i uz pomoć dostupnih videozapisa s interneta. Dodatno, poželjno ih je razmatrati i u životom kontekstu, odnosno u situacijama u kojima nemamo samo jednu tvar koju primjenom određene analitičke metode razlažemo na jednostavnije. U tu svrhu, između ostalog, može poslužiti jednostavna animacija kojom se prikazuje selektivna aktivacija bioreagensa fotolizom, dostupna na sljedećoj poveznici:

<http://www.john-zhu.com/portfolio/multimedia/photolysis>.

## Literatura:

Vladušić, R. (2017). *Metodičko znanje o kemijskim vezama s naglaskom na jezična pitanja u Republici Hrvatskoj*. Doktorska disertacija, Split.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

U uvodnom dijelu motivirajte učenike s teškoćama da razmisle o kemijskim reakcijama koje se svakodnevno odvijaju. Potaknite učenike da navedu neke primjere reakcija. Naglasite im da se sve kemijske reakcije trebaju prikazati jednadžbom kemijske reakcije. Pri pojašnjavanju novih pojmova (reaktanti i produkti), navedite primjere iz svakodnevnog života. Navedite neke od reakcija koje su učenicima poznate (npr. nastajanje NaCl-a).

### Razrada sadržaja i poučavanja

Pri obradi sadržaja vezanih uz pokuse, neka učenici s teškoćama ponove sva pravila ponašanja u laboratoriju, piktograme i načine zaštite pri izvođenju pokusa. Podsjetite ih u kojem modulu mogu ponoviti gradivo o navedenom. Prije izvođenja pokusa, naglasite učenicima na što trebaju obratiti posebnu pozornost. Ukoliko učenici imaju senzorne teškoće, važno je naglasiti pravila ponašanja. Pri čitanju i izjednačavanju kemijskih reakcija pružite podršku na način koji je opisan u uvodnom dijelu priručnika. Pri pojašnjavanju kemijske sinteze, analize i različitih primjera kemijske analize, pružite podršku pri čitanju kemijskih jednadžbi te povežite s pokusima koje ste izvodili na nastavi te primjerima iz svakodnevnog života. U ovom DOS-u je ponuđen interaktivni zadatak vezan uz razlaganje živinog (II) oksida. Iskoristite ovaj zadatak koji je potkrijepljen grafičkim prikazom reaktanata, produkata i tijeka reakcije. Ovakva vizualna podrška može biti ideja za poticanje samostalne izrade plakata ili umne mape. Također, videozapis "Vulkan", vezan uz kemijsku reakciju analize, obradite tako da učenici s teškoćama obuhvate ključne informacije. Pružite im podršku pri čitanju kemijskih izraza koji se javljaju u videozapisu. Ukoliko je potrebno, neka ga učenici nekoliko puta odgledaju. Isto vrijedi za videozapis vezan uz kemijsku sintezu, "Reakcija natrija i klora". Provjerite razumiju li učenici s teškoćama nove pojmove vezane uz analizu (piroliza, fotoliza, elektroliza). U zadacima vezanim uz pokuse pružite podršku učenicima s teškoćama na način koji je opisan u uvodnom dijelu priručnika. Svakako pripremite sažetke i podsjetnike koji će im biti od pomoći pri rješavanju računskih zadataka.

### Završetak

Prije rješavanja zadatka na završetku, provjerite jesu li učenici s teškoćama razumjeli i upamtili najvažnije informacije. Ukoliko je potrebno, ponudite im sažetak s ključnim informacijama i primjerima kemijskih jednadžbi.



## 4.2. Ireverzibilne i reverzibilne reakcije

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ razlikovati ireverzibilne od reverzibilnih kemijskih reakcija
- ✓ kritički razmotriti činjenicu da je većina kemijskih reakcija reverzibilna

### Metodika nastave predmeta

Poput koncepata kemijska analiza i kemijska sinteza, i koncepti ireverzibilna reakcija i reverzibilna reakcija obrađuju se u osnovnoj školi te učenici u prvom razredu srednje škole, u pravilu, već imaju pravilne predodžbe o njihovom značenju. Stoga i u ovom slučaju naglasak u poučavanju preporučujemo staviti na razvijanje viših razina znanja, ponajprije kroz eksperimentalnu nastavu i objašnjavanje značenja simboličkih zapisa.

Uz eksperimente prikazane u DOS-u, predlažemo eksperimentalnu izvedbu termičkog raspada amonijevog korida u velikoj, zatvorenoj epruveti i zagrijavanje bakrova(II) sulfata pentahidrata u istoj takvoj, velikoj, termički stabilnoj, zatvorenoj epruveti. Oba eksperimenta služe za objašnjavanje reverzibilnih kemijskih reakcija.

Ireverzibilnost i reverzibilnost kemijskih reakcija u kemijskim se jednadžbama prikazuje specifičnim strelicama. To nisu jedini tipovi strelica koji se koriste u kemiji. Nepoznavanje njihova značenja može voditi k nerazumijevanju kemijskih procesa, odnosno njihovih simboličkih zapisa. Nije neobično da učenik, primjerice, strelicu koja simbolizira reverzibilnu reakciju zamijeni rezonancijskom strelicom koja povezuje dva prikaza strukture iste molekule koji različito prikazuju distribuciju elektrona.

Abirami Lakshinarayanan (2010) svoj članak o strelicama u kemiji započinje ovako: *Strelice su integralni dio kemije. Što je to u njima? Izgledaju beznačajno, a ipak, pojavljuju se u većini znanstvenih publikacija. Ti simboli, sastavljeni od „linije“ i „vrha“ možda su i najmoćniji piktografski alati kemije koji kemičarima omogućavaju valjan način prikazivanja misli. Reakcije, stanja tvari, elektroni i njihovo kretanje pa čak i procesi poput refluksiranja, prikazuju se strelicama. Prema tome, strelice su dio esencijalnog kemijskog simbolizma.*

Čitanje tog članka preporučujemo svim nastavnicima kemije. Dostupan je na poveznici: <http://www.ias.ac.in/article/fulltext/reso/015/01/0051-0063>.

Literatura:

Lakshinarayanan, A. (2010). *Arrows in Chemistry*. Resonance, 51-63.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Potaknite učenike da se prisjete kako u kemijskim jednadžbama označavamo tijek reakcije. Neka razmisle postoje li reakcije koje mogu teći drugačije.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Pri uvođenju izraza ireverzibilno i reverzibilno, provjerite razumiju li učenici s teškoćama značenje riječi i povezuju li ih s izrazima nepovratno i povratno. Dajte im na izbor da koriste izraze koje lakše izgovaraju, zapisuju i čitaju. Iako su ovi pojmovi već obrađeni u osnovnoj školi, učenici s teškoćama često imaju problem s generalizacijom i dosjećanjem.

Pri pojašnjavanju jedne i druge vrste reakcija, pružite podršku pri čitanju i zapisivanju kemijskih jednadžbi te povežite s primjerima. Posebno naglasite da se u zapisu reverzibilnih, povratnih reakcija, smjer reakcija prikazuje dvjema suprotno usmjerenim strelicama. Pri proučavanju videozapisa "Napredovanje reakcije u oba smjera" pružite učenicima s teškoćama podršku pri čitanju i analizi kemijskih izraza. Ukoliko je potrebno, pripremite sažetak ili podsjetnik s ključnim informacijama.

### Završetak

Pri rješavanju zadatka na kraju DOS-a, osim podrške pri čitanju kemijskih jednadžbi, svaku od reakcija dodatno opišite učenicima i povežite s primjerom iz svakodnevnog života. Poštujući princip životnosti, osiguravate veću mogućnost da učenici s teškoćama zapamte ključne informacije o ireverzibilnim i reverzibilnim reakcijama.



### 4.3. Egzotermne i endotermne reakcije

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ definirati sustav i okolinu
- ✓ objasniti egzotermne i endotermne procese
- ✓ razlikovati egzotermne od endotermnih procesa na osnovi promjene temperature sustava i okoline tijekom kemijske reakcije
- ✓ navesti primjere egzotermnih i endotermnih kemijskih promjena

#### Metodika nastave predmeta

Iako se poput prethodno razmatranih koncepata, koncepti endotermne i egzotermne reakcije razmatraju još u osnovnoj školi, za razliku od prvih, potonji često učenicima izazivaju poteškoće.

Problem se dijelom ogledava u činjenici da energiju ne možemo vidjeti. Možemo je samo percipirati i mjeriti prilikom njenog oslobađanja ili vezivanja, odnosno prilikom njene izmjene između sustava i okoline. Stoga je za razvoj valjanih predodžbi učenika o energiji važno jasno objasniti pojmove energija, egzotermna promjena, endotermna promjena, sustav i okolina. Nastavnici bi trebali osmisliti nastavni proces temeljem spoznaje o razumijevanju i eventualnim pogrešnim poimanjima svojih učenika o energijskim procesima. Primjerice, razliku između temperature i topline, ili endotermnog i egzotermnog procesa valja utvrditi koristeći konkretne primjere

i analogije. Neki od njih su opisani na poveznici: <https://eic.rsc.org/cpd/chemical-energetics-words-matter/2000004.article>.

Pogrešno definiranje *sustava* i *okoline* vodi k pogrešnim prosudbama o endotermnosti ili egzotermnosti procesa. Razradit ćemo jedan primjer.

Učenicima se zadaje provedba eksperimenta u kojem će se amonijev klorid, pri sobnoj temperaturi, otapati u vodi. Cilj je prosuditi i objasniti energijske promjene koje se pri tom pokusu događaju. Mnogi će učenici sadržaj u tikvici promatrati kao sustav, a sniženje temperature otopine protumačiti kao egzoterman proces jer se „sustavu“ snizila temperatura (kao mjera toplinske energije). Problem je što u hidrataciji amonijevih i kloridnih iona (sustav), u odnosu na ukupan broj molekula vode koje su na raspolaganju, sudjeluje samo mali broj njih. Sve molekule vode koje ne sudjeluju u hidrataciji iona, zajedno, zapravo čine okolinu čiju energiju vezuje sustav. Budući da je energija sustava porasla, odnosno da se energija u sustav vezala, dogodila se endotermna promjena. Da bi učenici uspješno rješavali ovakve probleme predložimo dva koraka:

1. Treba odrediti što je sustav. Sustav čine čestice koje reagiraju ili mijenjaju svoje stanje. Energiju sustava ne možemo mjeriti.
2. Treba odrediti što je okolina. Okolina je onaj dio stvarnosti gdje se događa promjena energije koju možemo opaziti i mjeriti.

Dakle, mjerljiva promjena se uvijek događa u okolini. Budući da se je temperatura otopine amonijeva klorida snizila, može se zaključiti da je otopina amonijeva klorida dio okoline. To, nadalje, znači da se energija sustava povećala, pa je, ponavljamo, promatrana promjena endotermna.

Ciljano uvođenje kalorimetra u nastavu, učenicima omogućava bolje razumijevanje termina energija, sustav i okolina te načina na koji se mjeri promjena energije. Virtualni kalorimetrijski laboratorij, dostupan na poveznici: [https://www.wiley.com/college/trefil/0470118547/vdl/lab\\_calorimeter/](https://www.wiley.com/college/trefil/0470118547/vdl/lab_calorimeter/), može značajno olakšati stvaranje ispravnih predodžbi.

Dodatno, nastavu vrijedi obogatiti eksperimentima tijekom kojih će se razmatrati spontanost i nespontanost reakcija. Naime, učenici često imaju pogrešno poimanje da su sve egzotermne reakcije spontane, dok endotermne nisu.

Konačno, posebnu pozornost treba posvetiti jeziku. O energiji trebamo komunicirati u skladu s 1. zakonom termodinamike prema kojemu se energija ne može stvoriti niti uništiti. Riječ trošiti upotrijebljena u kontekstu definicije endotermne reakcije (tijekom endotermne reakcije energija se troši) mnoge učenike vodi k zaključku o njenom iscrpljivanju ili nestanku. Prikladniji termin je vezati (tijekom endotermne reakcije energija se veže) pa predložimo njegovu uporabu.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Neka se učenici u uvodnom dijelu prisjete što su sve učili o kemijskoj sintezi i analizi, ireverzibilnim i reverzibilnim reakcijama. Potaknite ih da razmisle što se događa s energijom koja se oslobađa pri svakoj kemijskoj reakciji.

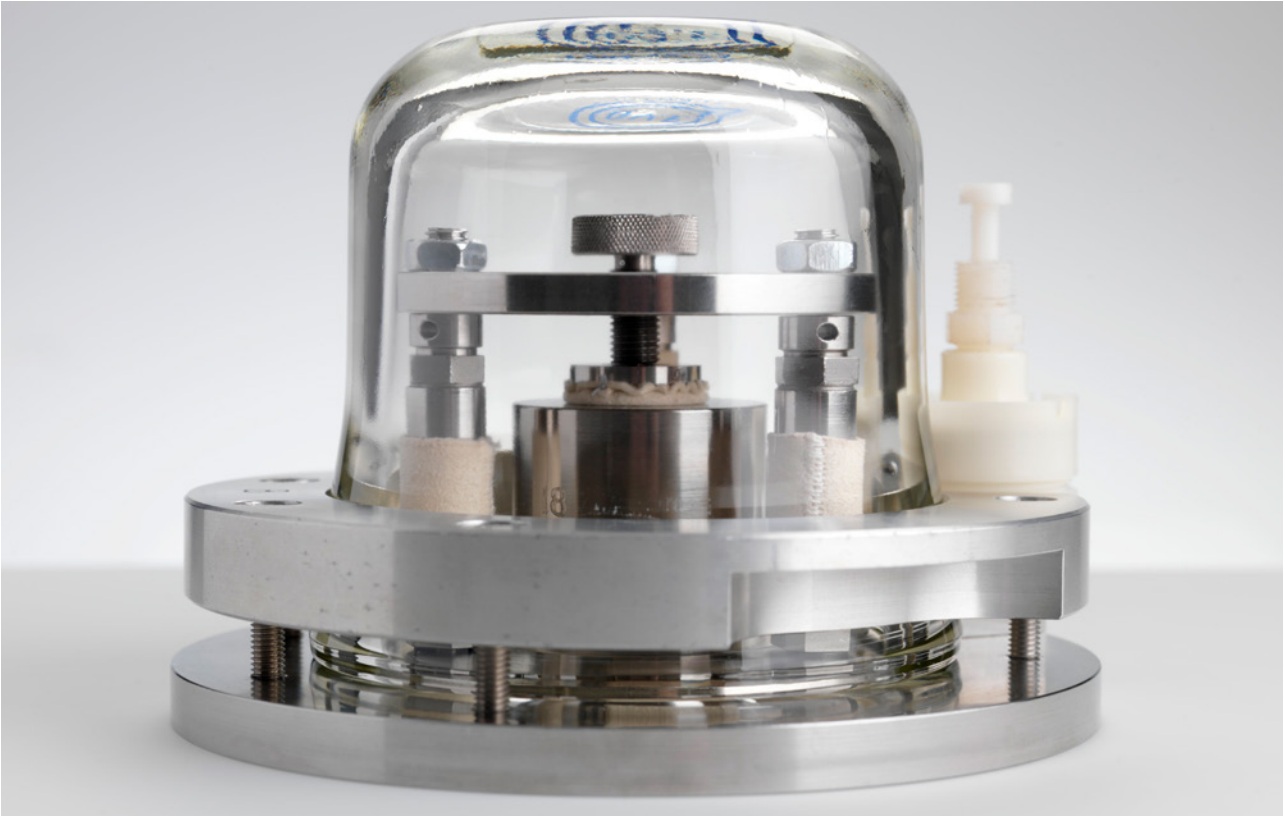
### Razrada sadržaja i poučavanja

Provjerite razumiju li učenici s teškoćama izraze egzotermno i endotermno. Iako su učenici već učili o endotermnim i egzotermnim reakcijama, postoji velika vjerojatnost da se neće prisjećati nastavnog sadržaja. Dodatno pojasnite te izraze, ukoliko je potrebno. Pri pojašnjavanju egzotermnih i endotermnih reakcija, obje definicije povežite s navedenim primjerima reakcija. Kao što je već navedeno, energija se ne može percipirati vidom. Uzmite u obzir da je učenicima s teškoćama vrlo teško razumjeti ovako apstraktan pojam. Osmislite primjere koji će omogućiti doživljaj energije nekim drugim osjetilima. Na taj način će nastavni sadržaj učenicima postati bliskiji.

### Završetak

Pri rješavanju interaktivnog zadatka na završetku, učenicima s teškoćama pružite podršku. Ovaj zadatak može poslužiti kao ideja za samostalnu izradu umne mape pomoću koje će učenici na jednom mjestu usustaviti ključne informacije o kemijskim reakcijama. Naravno, umna mapa može biti dodatno obogaćena informacijama koje učenici smatraju važnima za ovaj nastavni sadržaj. Umnu mapu učenici mogu iskoristiti za rješavanje zadnjeg seta zadataka pri kraju ovog DOS-a.





## 4.4. Uvod u kemijski račun

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ izračunati mase i relativne molekulske mase različitih čestica
- ✓ rezultate iskazati značajnim znamenkama
- ✓ analizirati mjernu nesigurnost (točnost, preciznost i pouzdanost mjerenja)

### Metodika nastave predmeta

U ovoj jedinici DOS-a naglašena je korelacija nastavnih sadržaja kemije, fizike i matematike. Potaknite učenike da se prisjete što već znaju o fizikalnim veličinama, primjerice, kako se definiraju i označavaju fizikalne veličine. U drugom dijelu razgovarajte s učenicima o tome kako mjerenja nikad nisu beskrajno točna i kako se stoga treba procijeniti mjera njihove neizvjesnosti. Stoga je potrebno objasniti što su značajne znamenke i svrhovitost zapisa brojčanih vrijednosti, koji su rezultati mjerenja, značajnim znamenkama. Predvidite vrijeme za detaljnije uvježbavanje istih.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

U uvodnom dijelu potaknite učenike da se prisjete u kojem modulu su učili o fizikalnim veličinama. Neka se prisjete kako se fizikalne veličine definiraju i označavaju. Naglasite učenicima da će u ovom DOS-u povezati nastavne sadržaje matematike i kemije.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Uzmite u obzir da učenicima s teškoćama usvajanje, analiziranje i korištenje matematičkih znanja predstavlja veliki izazov. Važno je sadržaje prikazati na način koji će učenicima biti razumljiv te će ih motivirati na učenje o kemijskom računu. Pri rješavanju interaktivnog zadatka "Prikaz fizikalne veličine", dajte učenicima s teškoćama malo više vremena. Sadržaje vezane uz potencije i zapise vrijednosti pomoću potencija izložite postupno. Provjerite razumiju li učenici s teškoćama korake u računanju i zapisivanju izraza. Koristite didaktičko metodičke upute za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama u nastavi Kemije te pripremite podsjetnike s ključnim izrazima.

Pri pojašnjavanju značajnih znamenki, svaki primjer demonstrirajte na nekoliko načina kako bi učenici s teškoćama razumjeli primjenu svakog navedenog pravila o određivanju značajnih znamenki iz Tablice 2. i 3. U razgovoru istaknite najvažnije postupke pri korištenju operacija višeg i nižeg stupnja.

Potaknite učenike da se prisjete osnovnih veličina i jedinica SI sustava. Pripremite ispisani primjer jedinica SI sustava, ako smatrate da biste pretraživanjem modula mogli izgubiti vrijeme. Za izvedene i iznimno dopuštene jedinice pripremite pojednostavljene naputke te grafički prilagođene sažetke i postupke. Uzmite u obzir mogućnost da učenici s teškoćama ne uspiju točno zapisati izvedene jedinice te im ponudite grafički i perceptivno prilagođene materijale. Isti postupci vrijede za pretvorbu mjernih jedinica.

### Završetak

Pri rješavanju zadataka omogućite učenicima da usustave današnje sadržaje. Bilo bi poželjno da zajedno izradite umnu mapu koja bi učeniku pomogla pri rješavanju zadataka. Pri rješavanju zadataka, ponudite podršku učenicima i češće provjerite tijek rješavanja zadataka. Bilo bi poželjno da se učenicima s teškoćama, poglavito učenicima s diskalkulijom, ponude zadaci koji imaju vrijednosti (postotke, potencije, omjere) kojima je lakše manipulirati.



Jedan mol različitih tvari: 1) saharoza, 2) kalijev permanganat, 3) bakrov(II) sulfat pentahidrat, 4) željezne strugotine i 5) niklov(II) klorid.

## 4.5. Množina tvari

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ izračunati mase i relativne molekulske mase različitih čestica rezultate
- ✓ iskazati značajnim znamenkama
- ✓ analizirati mjernu nesigurnost (točnost, preciznost i pouzdanost mjerenja)

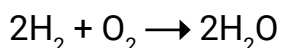
### Metodika nastave predmeta

Ključni zadatak nastavnika prilikom poučavanja ove jedinice jest uspješno objasniti koncept *mol*. Brojna znanstvena istraživanja iz područja metodike nastave kemije potvrđuju široku zastupljenost pogrešnih poimanja učenika i studenata o množini, odnosno molu tvari. Množina tvari samo je jedan od načina izražavanja brojnosti. Prema tome, *mol*, kao mjerna jedinica fizikalne veličine *množina tvari*, nije ništa drugo nego broj, odnosno naziv za točno određen broj. Kao što se riječju *par* iskazuje broj 2, riječju *mol* iskazuje se broj 602 200 000 000 000 000 000. Čestice koje sudjeluju u kemijskim reakcijama – atomi, molekule, ioni, elektroni... – nije moguće opaziti niti najmoćnijim optičkim pomagalicama. Dakle, nemoguće ih je prebrojati. S druge strane, uzorci tvari s kojima kemičari rade sadržavaju ogroman broj tih čestica, pa sve da ih i možemo prebrojavati to ne bi imalo smisla. Kako bi se riješili takvi problemi i omogućio jednostavniji rad s velikim brojevima uveden je koncept *mol*. Jedan mol predstavlja onoliko jedinki koliko ima atoma u 12 g ugljikova izotopa  $^{12}\text{C}$ . Iako ovdje prvenstveno razmatramo primjenu *mola* u kemiji, učenicima je poželjno ponuditi i druge, svakodnevicu bliže primjere, poput onoga da 1 mol banana predstavlja

$6,022 \cdot 10^{23}$  banana, ili da jedan mol komaraca sadrži isto onoliko jedinki koliko 12 g ugljikova izotopa  $^{12}\text{C}$  sadrži atoma.

Vežu množine i mase tvari najjednostavnije je osvijetliti izračunavanjem jednog mola različitih tvari, koristeći relativnu atomsku masu, odnosno molarnu masu. Koncept *mol* se s masom tvari koje reagiraju može povezati na različite načine. Primjerice, to je moguće učiniti preko relativnih atomskih odnosno molekulskih masa, ili pojednostavljenim načinom (u nastavku će biti pojašnjen), preko nukleona reaktanata i produkata.

Razmotrimo primjer reakcije u kojoj dvije molekule vodika reagiraju s jednom molekulom kisika dajući dvije molekule vode.



U kojem će omjeru vodik reagirati s kisikom ovisi o relativnim molekulskim masama vodika i kisika i omjeru u kojemu se spajaju.

S obzirom da je masa elektrona u odnosu na masu protona i neutrona (nukleona) izuzetno mala, u sljedećem je razmatranju možemo zanemariti. Također, zanemariva je i neznatno veća masa neutrona u odnosu na masu protona. Reakciju sinteze vode iz elemenata ćemo, stoga, analizirati razmatrajući omjere nukleona reaktanata i produkta.

Atom vodika (pojednostavljeno, uzimamo u obzir najzastupljeniji izotop vodika – procij) ima jedan nukleon (proton). U reakciji sudjeluju dvije molekule vodika (4 atoma vodika), odnosno 4 nukleona.

Atom kisika ima 16 nukleona (8 protona i 8 neutrona). S vodikom reagira jedna molekula kisika (2 atoma kisika), odnosno 32 (2 x 16) nukleona.

Reakcijom dviju molekula vodika i jedne molekule kisika, nastaju dvije molekule vode. Svaka je molekula vode građena od dva atoma vodika (2 nukleona) i atoma kisika (16) nukleona. Dvije molekule vode, dakle, sadrže 36 nukleona.

Postavimo li brojnost nukleona reaktanata u odnos, dobivamo omjer 4: 32. Skratimo li ga, dobivamo jednostavnu relaciju (1:8) prema kojoj će jedna masa vodika uvijek reagirati s 8 puta većom masom kisika. Drugačije iskazano 1 gram vodika uvijek će se spajati s 8 grama kisika dajući 9 grama vode. Odnosi nukleona sudionika reakcije (ili relativnih molekulskih masa sudionika reakcije) omogućavaju jednostavno određivanje bilo kojih masa vodika i kisika koje će potpuno reagirati dajući točno određenu masu vode. Upravo je to *okruženje* u kojem je *mol* uveden kao koncept u kemiju. *Mol* je, dakle, broj utemeljen na masi tvari, iskazanoj u gramima, koji reflektira (Taber, 2016) broj nukleona reaktanata i produkata. U opisanom primjeru, 1 mol vodika (dva nukleona po molekuli) ima masu 2 g ( $n=m/M$ ;  $1=2/2$ ). Jedan mol kisika (32 nukleona po molekuli) ima masu 32 g. Budući da dvije molekule vodika reagiraju s jednom molekulom kisika, dva će mola vodika (2 x 2g) reagirati s jednim molom kisika (32 g). Tom će reakcijom nastati 2 mola vode (36 g).

Brojni su putevi kojima je moguće doći do razumijevanja *množine tvari*. Stoga za poučavanje ovog koncepta predlažemo primjenu različitih strategija, metoda i

postupaka kojima će se učenicima različitog predznanja, sposobnosti ili stilova učenja, kroz aktivno sudjelovanje u radu, pružiti veća šansa za postizanje uspješnosti. Osim toga, kao dio pripreme za nastavu, predlažemo pretraživanje znanstvene i stručne literature o pogrešnim poimanjima koje učenici imaju o konceptu *mol*.

Literatura:

Taber, K. (2016). *Teaching secondary chemistry*. Hodder Education, London.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

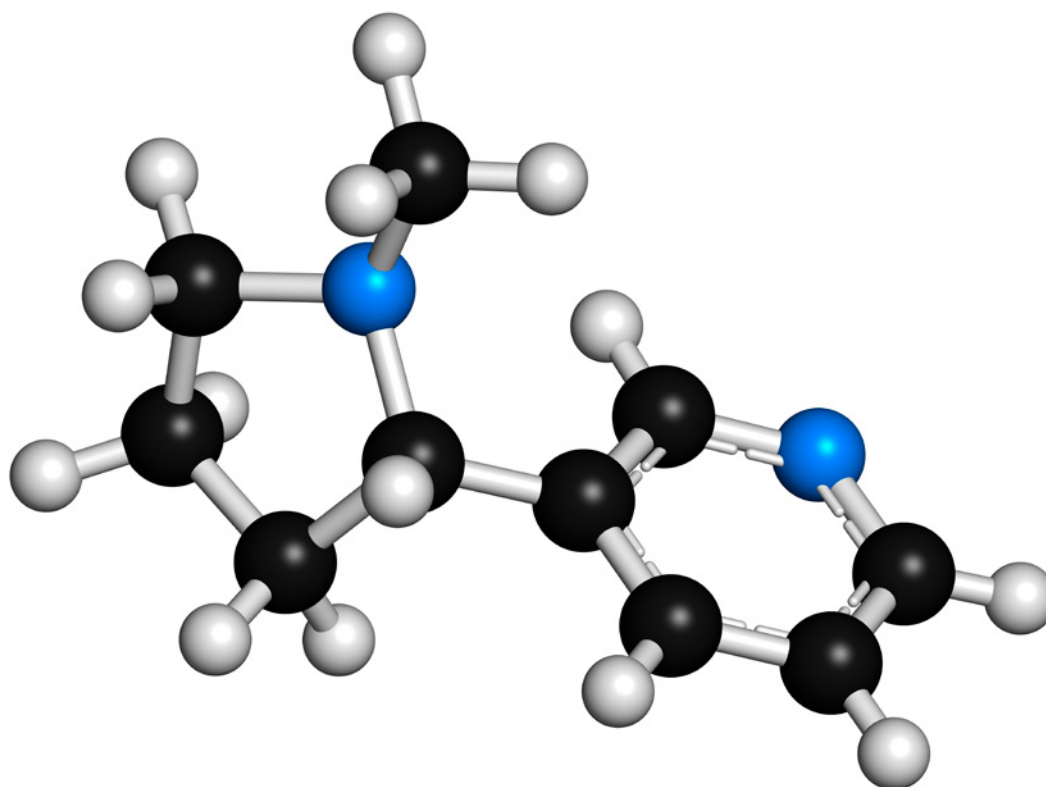
Pregledom videozapisa "Kap vode" motivirajte učenike za nastavni sadržaj vezan uz određivanje množine tvari. Istaknite važnost usvajanja matematičkih vještina i znanja koja nam pomažu u učenju kemije. Iskoristite uvodni dio ovog DOS-a da se učenici prisjete što su učili u DOS-u "Uvod u kemijski račun".

### Razrada sadržaja i poučavanja

Naglasite da se količini tvari koje sudjeluju u nekoj reakciji iskazuje množinom te da je mjerna jedinica za množinu *mol*. U metodici ovog DOS-a izneseni su neki primjeri pojašnjavanja množine i mola. Što životniji primjer, veća je vjerojatnost da će ga učenici s teškoćama povezati s pojmom. Postupno objasnite značenje Avogadrovog broja te provjerite razumiju li učenici s teškoćama zapisivanje spomenutog izraza. Računanje u kemiji može učenicima s teškoćama predstavljati veliki izazov. Iskoristite videoinstrukciju o računanju množine tvari kako biste učenicima postupno pojasnili svaku etapu izračuna. Ukoliko je sama animacija videoinstrukcije ometajuća, pripremite ovaj riješeni primjer ispisan na papiru. Pri izradi materijala, držite se uputa i u uvodnom dijelu priručnika i poglavlju Didaktičko metodičke upute za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama u nastavi Kemije. Isto vrijedi za zadatke vezane uz izračun molarne mase i molarne mase plina.

### Završetak

Tekst o *Prigodnom optjecajnom novcu* iskoristite kako biste učenike zainteresirali za rješavanje zadataka tj. analiziranje riješenog primjera zadatka. Ovako osmišljen zadatak učenicima s teškoćama na nov način prikazuje kako u svakodnevnom životu možemo koristiti znanja iz kemije. Ipak, zadatak/riješeni primjer je vrlo složen i iziskuje zapisivanje različitih kemijskih izraza i fizikalnih veličina pa je potrebno postupno pojašnjavanje svake etape rješavanja zadatka. Interaktivni zadatak "Množina tvari" može poslužiti kao ideja za izradu sažetka s ključnim pojmovima ovog DOS-a. Taj sažetak može poslužiti pri rješavanju zadataka na kraju DOS-a.



## 4.6. Određivanje empirijske i molekulske formule spoja

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ prepoznati empirijsku, molekulsku i strukturnu formulu
- ✓ izračunati formulu spoja na temelju masenih udjela elemenata i relativne molekulske mase uzorka

### Metodika nastave predmeta

Iako se može činiti jednostavnim, koncept empirijske formule pojedinim učenicima može biti vrlo zahtjevan. Mnogi se nastavnici nakon poučavanja o empirijskoj formuli iznenade nedostatkom razumijevanja koje učenici tijekom vrednovanja nerijetko pokazuju. Pri tome ne mislimo na uspješnost rješavanja zadataka poput onih u kojima se temeljem poznatih udjela elemenata u spoju traži njegova empirijska formula, a koji se često tipski rješavaju i uvježbavaju, pa se analizom rezultata, pogrešno, može steći dojam kako su ishodi poučavanja i učenja potpuno ostvareni.

Stoga nastavnicima prvo preporučujemo provjeriti određuju li njihovi učenici empirijsku formulu spoja slijedeći računске procedure bez konceptualnog razumijevanja. Jednostavna pitanja poput: Koja je empirijska formula magnezijevog klorida? ili, Koja je empirijska formula dušikova dioksida? mogu poslužiti za iniciranje razgovora. Potom je učenicima poželjno dati listu ili tablicu s nizom formula različitih tvari te zatraži da za svaku od njih utvrde je li riječ o empirijskoj formuli i obrazlože odgovore.

Ukoliko nastavnici uoče problem, preporučuje se uporaba analogije koja učenicima može pomoći u lakšem vizualiziranju elemenata čiji odnos opisujemo empirijskom formulom. Zamislimo da, primjerice, razmatramo odnos ruku i prstiju na rukama jedne osobe i pokušavamo to opisati *empirijskom formulom*. Dakle, dvije ruke s po pet prstiju simbolički možemo zapisati kao  $R_2P_{10}$ . Budući da je odnos broja ruku (R) i prstiju (P) 1:5, *empirijska formula* je  $RP_5$ . Analogno tome, molekulu etina prikazujemo molekulskom formulom,  $C_2H_2$ . Empirijska pak formula etina, CH, govori da je odnos atoma ugljika i atoma vodika u svakoj molekuli etina 1:1.

Razumijevanje koncepta empirijska formula može se potaknuti naglašavajući kontekst u kojem nam znanje o empirijskoj formuli može pomoći. Citirat ćemo razmišljanja jednog nastavnika kemije (pronađeno na mrežnoj stranici): <http://thescienceteacher.co.uk/understanding-the-mole/>

*Uvijek sam se mučio pronaći dobar način poučavanja o empirijskoj formuli i učenicima objasniti zašto im je to važno... I tada sam ugledao udžbeničku nastavnu jedinicu u kojoj se od učenika tražilo brojanje natrijevih i kloridnih iona u golemoj kristalnoj strukturi natrijeva klorida te brojanje kisikovih i silicijevih atoma u pijesku (op.a. silicijevom dioksidu). U tom trenutku, potreba za učenjem o empirijskoj formuli konačno je postala očita!*

Na mrežnoj stranici [http://chemcollective.org/activities/tutorials/stoich/ef\\_molecular](http://chemcollective.org/activities/tutorials/stoich/ef_molecular) opisan je praktičan primjer koji izračunu empirijske formule iz molekulске formule daje životni okvir. Vrlo je jednostavan i iskoristiv u poučavanju o empirijskoj formuli pa ćemo ga prenijeti u cijelosti.

*Pretpostavimo da smo upravo osmislili novu proceduru proizvodnje glukoze, najjednostavnijeg šećera, te da želimo objaviti naš pronalazak u časopisu Journal of Organic Chemistry. Urednici časopisa od nas zahtijevaju da identificiramo tvar, djelomično uporabom elementarne analize. Ako smo zaista sintetizirali glukoze, elementarna analiza mora pokazati da je njen sastav sukladan empirijskoj formuli glukoze.*

*Uz pomoć elementarne analize može se odgovoriti na pitanje: „Jesu li elementi u ispitivanom spoju prisutni u točnom omjeru?“ Ukoliko nisu, znat ćemo da nismo sintetizirali glukoze. Točni omjeri elemenata u spoju dani su empirijskom formulom. Stoga je prvi korak utvrditi empirijsku formulu glukoze kako bismo znali koji omjer elemenata trebamo očekivati kao rezultat elementarne analize. Da bismo to učinili, iz molekulске formule glukoze izračunat ćemo empirijsku formulu.*

*Empirijsku formulu poznate tvari, poput glukoze, izračunavamo tako da indekse atoma iz molekulске formule svedemo na najmanji mogući cjelobrojni odnos. Ako indekse atoma u molekulskoj formuli glukoze podijelimo sa 6, dobit ćemo empirijsku formulu,  $CH_2O$ .*

*Sada kada znamo empirijsku formulu glukoze, znamo koji točan omjer atoma ugljika, vodika i kisika trebamo dobiti elementarnom analizom, ako smo zaista proizveli glukoze. U ovom slučaju imali smo 6 atoma ugljika, 12 atoma vodika i 6 atoma kisika pa su jedan atom ugljika i jedan atom kisika u omjeru s dva atoma vodika. Ako rezultat*

*elementarne analize uzorka potvrđuje sukladan ovom omjeru, postoji mogućnost da smo sintetizirali baš glukozu.*

*Trebamo imati na umu da različite molekule mogu imati istu empirijsku formulu, pa ovaj dokaz još uvijek ne potvrđuje da je naš uzorak glukoza. U ovakvim slučajevima, naime, elementarna analiza sastava spoja nije dostatna za identifikaciju molekula. Za tu se svrhu danas najčešće rabe spektroskopijske metode kojima se mjere valne duljine svjetla koje molekule apsorbiraju.*

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Pri pojašnjavanju definicija empirijske, molekulske i strukturne formule, navedite primjere takvih formula. U metodici ovog DOS-a su navedene teškoće pri poučavanju empirijskih formula. Također, dani su i primjeri koji se isto tako mogu iskoristiti pri demonstraciji i dodatnom pojašnjavanju učenicima s teškoćama.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Interaktivni zadatak "Empirijska i molekulska formula spoja" može poslužiti pri zornom i postupnom pojašnjavanju najvažnijih razlika između empirijske i molekulske formule spoja. Fotografije modela molekula mogu poslužiti kao podrška za pisanje strukturne formule nekog spoja. Učenici mogu izraditi svoje modele molekula po uzoru na fotografije. Pomoću modela, učenici s teškoćama će moći prepoznati molekulsku formulu spoja. Ipak, izazov će predstavljati empirijske formule zbog njihove izrazite apstraktnosti. Iako bi shematski prikazi ili gore navedeni modeli molekula mogli pomoći pri analiziranju omjera različitih atoma u nekoj molekuli. Ipak, uzmite u obzir da će učenicima s teškoćama trebati vođenje, poticanje i podršku pri određivanju empirijske formule spoja.

Izračun masenog udjela izložite učenicima postupno. Provjerite razumiju li značenje svakog člana u izrazu. Ukoliko je potrebno, podsjetite ih što koji član predstavlja. Naglasite razliku empirijske i molekulske formule. Iskoristite riješeni primjer kako biste učenicima pojasnili utvrđivanje navedenih formula.

### Završetak

Iako su u ovom DOS-u učenicima ponuđeni riješeni primjeri zadataka, uzmite u obzir da učenici s teškoćama mogu doživjeti zamor pri rješavanju složenih zadataka. Omogućite kratke pauze i rješavanje zadataka podijelite na nekoliko logičnih etapa. Između svake etape rješavanja, zajedno s učenicima s teškoćama provjerite učinjeno i razmatrajte idući korak u rješavanju. Bilo bi poželjno da se učenicima s teškoćama ponude zadatci koji imaju vrijednosti (postotke, potencije, omjere) kojima je lakše manipulirati.





## 4.7. Stehiometrija kemijskih reakcija

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ odrediti vrijednosti stehiometrijskih koeficijenata reaktanata i produkata u kemijskoj jednadžbi
- ✓ iz jednadžbe kemijske reakcije uočiti da je odnos množina jednak odnosu stehiometrijskih brojeva u jednadžbi
- ✓ objasniti odnos: mjerodavni reaktant i reaktant u suvišku
- ✓ objasniti pojam doseg kemijske reakcije

### Metodika nastave predmeta

Metodičko znanje nastavnika podrazumijeva različite domene znanja. Jedna od njih je i znanje o znanju svojih učenika. Svaki se nastavni sat osmišljava ovisno o onome što učenici već znaju, što ne znaju i što im može predstavljati problem. Stoga je poželjno istražiti koja pogrešna poimanja učenici imaju ili mogu razviti tijekom poučavanja i učenja određenog sadržaja. Ovdje ćemo navesti samo jedan problem vezan uz razumijevanje koncepta mjerodavni reaktant. Pokazalo se da mnogi učenici reaktant količinski iskazan s najmanjim brojem molova u jednadžbi kemijske reakcije, smatraju mjerodavnim reaktantom. Za ispravljanje ovakvog pogrešnog poimanja uglavnom se koriste analogije. Primjerice, ukoliko želimo sastaviti bicikl, između ostaloga, trebaju nam kotači i metalni kostur. Ako na raspolaganju imamo 3 kostura i 5 kotača, moći ćemo sastaviti samo dva bicikla. Iako kotača imamo više nego kostura, oni su mjerodavni čimbenik.

Jedan od sažetih dokumenata u kojem se uz prepoznavanje problema razumijevanja stehiometrije kemijskih reakcija nude i strategije za njihovo izbjegavanje ili rješavanje, dostupan je na poveznici:

[https://molesandstoichiometry.wikispaces.com/file/view/MolesStoich\\_CommonMisconceptions.pdf](https://molesandstoichiometry.wikispaces.com/file/view/MolesStoich_CommonMisconceptions.pdf)

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Pri pojašnjavanju definicije stehiometrije povežite nastavni sadržaj s već usvojenim sadržajima vezanim uz množinu tvari, tijek kemijskih reakcija, odnose i množinu tvari. Iskoristite riješeni primjer kako biste učenicima s teškoćama postupno i etapirano demonstrirali rješavanje zadatka u kojem treba izračunati volumen kisika koji nastaje pri termičkom razlaganju kalijeva klorata. Pri demonstriranju i analiziranju riješenih primjera provjerite razumiju li učenici s teškoćama sve članove u izrazima.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Pomoću riješenih primjera pojasnite pojam mjerodavnog ili limitirajućeg reaktanta i dosega kemijske reakcije, iskorištenja kemijske reakcije. Sve pojmove povežite s poznatim kemijskim reakcijama iz svakodnevnog života. U metodici ovog DOS-a dan je primjer iz svakodnevnog života kojim se može objasniti pojam mjerodavnog reaktanta. Na takav način pokušajte objasniti sve pojmove i procese za koje predviđate da bi učenicima s teškoćama mogli biti apstraktni složeni. Iskoristite interaktivni zadatak "Gorenje etanola" kako biste učenicima s teškoćama pružili slikovni prikaz sastava smjese nakon reakcije gorenja. Prije zapisivanja jednadžbe gorenja, prokomentirajte s učenicima koji su produkti gorenja te im pružite podršku pri izjednačavanju same jednadžbe. Pri rješavanju zadataka vezanih uz videozapis "Termit", ponudite učenicima kratak podsjetnik sa svim važnim formulama i izrazima. Pri pisanju kemijske jednadžbe ove reakcije, pružite im podršku. Riješeni primjer vezan uz iskorištenje reakcije demonstrirajte u logičnim etapama, uzimajući u obzir mogućnost zamora zbog velike količine podataka. Svakako pružite podršku učenicima tijekom demonstracije riješenih primjera.

### Završetak

Prije rješavanja zadataka na kraju DOS-a, neka učenici s teškoćama izrade umne mape koje će im koristiti pri rješavanju zadataka. Ukoliko je potrebno, pripremite im sažetke i podsjetnike s najvažnijim izrazima i formulama. Ako je potrebno, ispišite im riješene primjere na papir ili ih zajedno s učenicima riješite. Pri ispisu dodatnih primjera, držite se uputa o grafičkoj prilagodbi teksta.



## 4.8. Ponavljanje i usustavljanje gradiva o osnovama kemijskog računa i stehiometriji kemijskih reakcija

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ razlikovati vrste reakcija
- ✓ izračunati brojnost i množinu tvari na temelju zadanih podataka
- ✓ izračunati množinu, masu ili volumen utrošenoga reaktanta i/ili nastaloga produkta na temelju zadanih podataka za promjenu opisanu jednadžbom kemijske reakcije
- ✓ odrediti mjerodavni reaktant i reaktant u suvišku na temelju podataka o količini reaktanata u reakcijskome sustavu
- ✓ koristiti se pravilima za određivanje značajnih znamenka pri iskazivanju rezultata

### Metodika nastave predmeta

Svaki od kvizova iz ovog modula, kao i zadatci ponuđeni u okviru ove nastavne jedinice, mogu se iskoristiti za ponavljanje i usustavljanje znanja o kemijskom računu odnosno o stehiometriji kemijskih reakcija. S obzirom da će stehiometrijski izračuni učenike pratiti tijekom čitave srednje škole preporučujemo i rad na dodatnim materijalima, kojemu bi naglasak bio na konceptualnom razumijevanju. Za tu se svrhu, primjerice, može iskoristiti nastavni materijal naslovljen *Understanding mole in chemistry*, koji je dostupan na poveznici <http://thescienceteacher.co.uk/wp-content/uploads/2015/02/understanding-the-mole.pdf>.

Na mrežnoj stranici <http://thescienceteacher.co.uk/understanding-the-mole/> dostupan je videozapis u kojem se na popularno-znanstveni način analizira problem promjene mase međunarodnog prototipa kilograma i razmatra mogućnost da se umjesto fizičkog predmeta kao prototip razvije model koji se temelji na broju atoma odnosno molu tvari. Videozapis može poslužiti kao izvrstan predložak za refleksiju veze mase i množine tvari u zanimljivom znanstveno razumljivom kontekstu.

### **Uputa za rad s učenicima s teškoćama**

Iskoristite uvodni tekst o ovisnosti o pušenju kako biste povezali nastavne sadržaje kemije sa zdravstvenim odgojem. Također, ukažite učenicima koliko je kemija važna za razumijevanje nekih štetnih pojava i navika s kojima se čovječanstvo bori. Neka učenici povežu ovaj sadržaj s neki drugim nastavnim predmetima u kojima uče o prevenciji ovisnosti.

Prije rješavanja zadataka provjerite jesu li učenicima s teškoćama razumljivi svi ključni pojmovi. Ponudite im kratak sažetak sa svim ključnim pojmovima, fizikalnim veličinama, kemijskim izrazima koji su potrebni za rješavanje zadataka. Pri rješavanju zadataka, ponudite učenicima podršku, ukoliko je potrebna. Učenik treba dobiti jasnu uputu o načinu rješavanja zadataka u digitalnom sučelju. U ovoj nastavnoj jedinici ima više tipova zadataka, višestruki izbor, dopunjavanje, pitanje i odgovor, uparivanje. Za svaki od navedenih tipova zadataka potrebno je provjeriti znaju li učenici kako ih riješiti na računalu. Češće provjerite učinjeno. Ukoliko dođe do zamora ponudite učenicima kratke stanke. Ponavljanje služi učvršćivanju znanja i postizanju trajnosti. Zadatke povežite s nekim ključnim detaljem kojim ste motivirali učenike za vrijeme poučavanja i uvježbavanja. Na taj način potičete funkcionalno učenje.