



Europska unija  
Zajedno do fondova EU



2. RAZRED SREDNJE ŠKOLE

# PRIRUČNIK ZA NASTAVNIKE KEMIJE



Europska unija  
Zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI  
I INVESTICIJSKI FONDOVI



UČINKOVITI  
LJUDSKI  
POTENCIJALI

CARNET

znanje povezuje

Projekt je sufinancirala Europska  
unija iz Europskog socijalnog fonda.

Više informacija o EU fondovima možete  
pronaći na: [www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr)

**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., doc. dr. sc. Zrinjka Stančić

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

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

**Inkluzivni recenzent:** Ana Parać Burčul, prof. rehab.

**Prijelom:** Ivan Belinec

**Lektura:** Tanja Konforta, prof., Marina Fakac, prof.

**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. ENERGIJA I KEMIJSKE PROMJENE</b>	<b>17</b>
1.1. Kemijske veze i kemijska energija	21
1.2. Toplina i toplinski kapacitet	28
1.3. Entalpija	33
1.4. Usustavljanje nastavnih sadržaja o energiji i kemijskim promjenama	39
<b>2. TEKUĆINE, OTOPINE I KOLOIDNI SUSTAVIELEMENAT</b>	<b>42</b>
2.1. Tekućine i njihova karakteristična svojstva	45
2.2. Topljivost tvari i vrste otopina	51
2.3. Iskazivanje sastava otopina	55
2.4. Koligativna svojstva otopina	59
2.5. Svojstva koloidnih otopina	64
<b>3. BRZINA I RAVNOTEŽA KEMIJSKIH REAKCIJA</b>	<b>68</b>
3.1. Brzina kemijskih reakcija	71
3.2. Čimbenici koji utječu na brzinu kemijske reakcije	76
3.3. Ravnoteža kemijskih reakcija	80
3.4. Čimbenici koji utječu na pomak kemijske ravnoteže	83
<b>4. KISELINE, BAZE I SOLI</b>	<b>85</b>
4.1. Kiseline	88
4.2. Baze	92
4.3. Ravnotežna konstanta ionizacije vode i pH-vrijednost	96
4.4. Soli	99
4.5. Pufferi	102
4.6. Usustavljanje gradiva o otopinama, kiselinama, bazama i solima	106
<b>5. ELEKTROKEMIJA</b>	<b>108</b>
5.1. Redoks-reakcije	111
5.2. Galvanski članci i elektrodni potencijal	114
5.3. Elektrolizni članci	118
5.4. Elektrokemijski izvori električne energije	121
5.5. Korozija	124
5.6. Usustavljanje gradiva iz opće kemije	126

## 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 izgovora 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 zadacima 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:**

**ENERGIJA I KEMIJSKE  
PROMJENE**

# 1. Energija i kemijske promjene

## Uvod

Ovaj je priručnik namijenjen nastavnicima i odnosi se na prvi modul nastave kemije za drugi razred srednje škole. Prvi modul nosi naslov Energija i kemijske promjene. U Priručniku je ukratko prikazano četiri DOS jedinice 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.

U ovom modulu ključna je treća jedinica u kojoj se sažimaju informacije o temeljnim termodinamičkim pojmovima o kemijskoj energiji i toplini i s njom povezani pojmovi uvedeni u prvim dvjema jedinicama te se uvodi pojam entalpije. U četvrtoj jedinici učenici trebaju uvježbati i utvrditi nove pojmove te pokazati da su ovladali novim sadržajima. Nastavni će sadržaj biti usustavljen putem numeričkih zadataka i samostalnog crtanja entalpijskih grafova.

U nekim od jedinica su uzete u obzir smjernice nove obrazovne reforme proglašene 2018. godine. U skladu s reformom, u nekim od jedinica su predloženi jednostavni mini-projekti s pokusima koji pridonose razvitku prirodo-znanstvenog pristupa, laboratorijskih vještina obrade mjerenih podataka te analitičkom i sintetičkom načinu razmišljanja.

Uz svaku DOS jedinicu u nastavi kemije za drugi razred srednje škole predložene su specifične didaktičko-metodičke prilagodbe 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://scenarijipoucavanja.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/09/CARNET\\_Didakticko-metodickeupute.pdf](https://scenarijipoucavanja.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/09/CARNET_Didakticko-metodickeupute.pdf).

### Popis jedinica:

- 1.1. Kemijske veze i kemijska energija
- 1.2. Toplina i toplinski kapacitet
- 1.3. Entalpija
- 1.4. Usustavljivanje nastavnih sadržaja o energiji i kemijskim promjenama

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ povezati promjene s pretvorbom energije unutar sustava
- ✓ analizirati izmjenu energije između sustava i okoline
- ✓ fizičke i kemijske promjene tvari povezati s izmjenom energije između sustava i okoline
- ✓ razviti vještinu grafičkog prikazivanja rezultata
- ✓ razviti sposobnost rješavanja problemskih zadataka
- ✓ formirati znanstveni pristup
- ✓ objasniti termodinamičke pojmove
- ✓ usporediti toplinu i entalpiju
- ✓ primijeniti matematičke izraze u rješavanju problemskih zadataka.

Pri obradi navedenih četiriju 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***
- ✓ **Čvrsti kao stijena**
- ✓ **Svojstva tekućina**
- ✓ **Voda**
- ✓ **Promjene agregacijskih stanja**
- ✓ **To je baš zakon**
- ✓ **Stehiometrija**
- ✓ **Kemijski račun.**

Obrađujući nastavne sadržaje modula *Energija i kemijske promjene*, preporuča se istraživački pristup i suradničko učenje u skupinama koje bi izvodile isti pokus i uspoređivale rezultate.

Tehnologija bi trebala biti laboratorijska s uporabom jednostavnih instrumenata kao što je priručni kalorimeter i termometar. Intenzivno korištenje IK tehnologije pri obradi nastavnih jedinica dobro je prikazano u preporučenim scenarijima poučavanja. Motivaciju za postizanje očekivanih ishoda učenja uvijek je dobro pronaći među primjerima iz svakodnevnog života i na taj način približiti nepoznatu problematiku učenicima s pomoću poznatih prizora iz života. Četiri obrađene jedinice uključuju niz numeričkih zadataka pogodnih za uvježbavanje obrađivanih sadržaja, a također i za samovrednovanje učenika. Za tipične probleme dani su postupci rješavanja, a svi su zadatci popraćeni točnim rješenjem. U predloženim scenarijima učenja mogu se također naći ideje za igre i kvizove s pomoću kojih se može na manje stresan način provjeravati postignute obrazovne ishode.

Radi dubljeg razumijevanja toplinskog kapaciteta neke tvari i toplinske energije sadržane u različitim predmetima, može se učenicima zadati miniprojekt u kojemu bi koristili kalorimeter, a rezultate prikazali grafikonom. Mjerenja se mogu provesti s više različitih lako dostupnih materijala (komad željeza, aluminijski, bakra, mjedi, kamena, cigle...), a svaki materijal u pet različitih masa. Pojedini predmet treba zagrijati u vreloj vodi, zatim ga ohladiti u vodi početne temperature,  $t_1$ . Temperatura,  $t_2$ , na koju bi uronjeni predmet zagrijao vodu, izmjerena masa predmeta i poznati specifični toplinski kapacitet dali bi informaciju o količini topline koju je proučavani predmet prenio iz posude s vrelom vodom u kalorimeter. Crtanjem grafikona s pomoću digitalnih alata učenici bi vizualizirali toplinske kapacitete različitih predmeta i uvježbali grafičko predstavljanje i korištenje IK tehnologije.



## 1.1. Kemijske veze i kemijska energija

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ prepoznati različite oblike energije
- ✓ razlikovati endotermni i egzotermni proces
- ✓ prepoznati na primjeru pojmove: okolina, sustav, granica sustava
- ✓ razlikovati promjenu energije u sustavu i izmjenu energije između sustava i okoline.

U prvoj jedinici učenici se trebaju susresti s pojmom kemijske energije i razumjeti gdje su njezini izvori. To je pojam koji snažno korelira s fizikom, pa je svakako potrebno učenike podsjetiti na nastavne sadržaje iz fizike u kojima su naučili na koje se sve načine energija manifestira. Međutim, ne treba „kemijsku energiju“ predstaviti kao posebnu vrstu ili manifestaciju energije jer ona ima svoje izvore u poznatim fizički predstavljenim oblicima energije, tj. u elektrostatičkim, elektrodinamičkim, nuklearnim i kvantnoelektrodinamičkim pojavama. Kemijska energija naziva se kemijskom samo zbog toga što se promatraju energijski prijelazi povezani s kemijskim reakcijama, a ne zbog toga što je podložna nekim drugim objašnjenjima različitim od onih koje poznaje fizika.

Svaki predmet u nastavnom planu škole ima višestruke obveze. Osim prijenosa stručnih znanja i podataka, dakle obrazovnih zadataka, svaki predmet ima i svoje odgojne zadatke. Jedan je od tih zadataka i briga o jeziku, pravilnom izražavanju –

usmenom i pisanom. Za primjer, mjerna jedinica za energiju je joule (J), (čit. džul). Jedinica je nazvana po engleskom fizičaru Jamesu Prescottu Jouleu povodom njegova istraživanja mehaničkog ekvivalenta topline. Budući da je 1 J jedinica iz ISU-a (International System of Units), treba je pisati „joule“, a ne fonetizirati u oblik „džul“ zbog toga što se tako izgovara.

Drugi odgojni zadatak ove jedinice o energiji jest promoviranje svijesti o obnovljivim i neobnovljivim izvorima energije i o pretjeranoj potrošnji energije iz neobnovljivih izvora.

Važan stručni zadatak nastavnika u ovoj jedinici jest približavanje učenicima činjenice da u kemijskim reakcijama dolazi do izmjene, ali i pretvorbe energije, a da se uzrok tih pojava nalazi u kidanju i/ili nastajanju novih kemijskih veza. To nadalje znači da svaka kemijska veza sadrži neku količinu energije i da tu vezu možemo pokidati tek ako primijenimo veću energiju koja po dogovoru dobiva pozitivan predznak, a takva je reakcija endotermna jer je molekula apsorbirala energiju kidanja veze.

Pravilno simboličko izražavanje koristi simbol  $\Delta$  da bi se naglasilo da je došlo do promjene energije, simbol  $Q$  da bi se naglasilo da je riječ o toplini (iako apsorbirana/oslobođena energija može biti svjetlosna, električna itd.), a predznak +/- označava da je reakcija endo-/egzotermna.

$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$       pravilno      sa  $\Delta Q > 0$  iznad strelice

Budući da se u kemijskim reakcijama uvijek događa promjena energije  $\Delta Q$ , ne treba pisati samo  $Q$  jer apsolutni iznos energije u kemijskoj reakciji nije poznat. Također ne treba pisati samo  $\Delta$  jer tada nije rečeno koja je fizička veličina promijenjena, iako se nažalost takve nedorečenosti mogu naći u našoj školskoj literaturi. U termokemijskim jednadžbama također ne treba pisati  $\Delta t$ , što se također daje vidjeti, jer se ne ulaže temperatura nego neka količina topline, a promjena temperature tek je posljedica promjene energije. Npr.:

$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$       nepravilno      sa  $\Delta$  iznad strelice

$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$       nepravilno      sa  $Q$  iznad strelice

$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$       nepravilno      sa  $\Delta t$  iznad strelice

za razliku od jednadžbi

**a)**  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$       pravilno      sa  $\Delta Q > 0$  iznad strelice

gdje se naglašava da u reakciji dolazi do promjene topline ( $\Delta Q$ ) i to tako da se toplina apsorbira (endotermna reakcija,  $\Delta Q > 0$ )

**b)**  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$       pravilno      sa  $t \approx 1000 \text{ }^\circ\text{C}$  iznad strelice

gdje je naglašeno da se kemijska reakcija odvija pri temperaturi od oko  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Kao metoda poučavanja u ovoj jedinici može se preporučiti izvođenje jednostavnih pokusa s više grupa učenika.

Kao ilustracija endo-/egzotermnih reakcija u školi se može izvesti niz jednostavnih pokusa s jednostavnim kalorimetrom načinjenim od dviju čaša različitih veličina i jednog laboratorijskog termometra. Potrebne kemikalije također su lako dostupne, primjerice, otopina modre galice i cink u prahu, ili razrijeđene otopine klorovodične kiseline i natrijeva hidroksida, vrpca magnezija. Svrha je pokusa pokazati da svaku kemijsku reakciju osim promjene tvari prati i promjena energije. Pokus ne smije biti prikazan kao mađioničarski trik, nego mora biti popraćen odgovarajućom termokemijskom jednadžbom, objašnjenjem i, što je osobito važno, provjerom koliko je učenika razumjelo to objašnjenje. U suprotnom je pokus samo potrošeno vrijeme na zanimljive efekte promjene boje, zvuka ili čak ni to. Termokemijska jednadžba prikazuje pregrupiranje atoma, tj. promjenu kemijskih veza, njihovo kidanje i nastajanje novih, ali i izmjenu energije, njezino trošenje u endotermnim ili oslobađanje u egzotermnim reakcijama. Kemijska energija oslobođena u kemijskim reakcijama može biti disipirana u okolinu, a može biti prevedena u druge iskoristive oblike energije, npr. u električnu energiju. Radi razumijevanja izmjene energije potrebno je objasniti što je to sustav u kojemu se događa reakcija i što je to okolina u kojoj se sustav nalazi.

### Poticanje prirodoznanstvenog pristupa

#### Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 1.1.1:

S ciljem razvitka prirodo-znanstvenog pristupa predložena su dva jednostavna mini-projekta. Prvi se odnosi na razumijevanje pojmova okolina, sustav, granica sustava, te izmjena energije između sustava i okoline. Predložena jednostavna izrada odgovarajućeg sustava pridonijet će lakšem prihvaćanju u načelu jednostavnih pojmova, koji vrlo često učenicima ostaju nejasni i nedorečeni. Termodinamički sustav izraditi od kartonske kutije od valovite ljepenke, približno stranica od 50 cm, obložiti ju iznutra s pločama stiropora debljine 5 cm. Staviti u nju termometar, kutiju zatvoriti i ostaviti pola sata. Nakon pola sata očitati temperaturu i u kutiju staviti čašu punu vrele vode. Izmjeriti masu te vode i njezinu početnu visoku temperaturu. Nakon sat ili dva, ovisno o veličini kutije i količini vrele vode, provjeriti da se izjednačila temperatura vode u čaši i zraka u kutiji. Prepoznati pojmove okolina, sustav, granica sustava, te izračunati količinu topline koju je sustav predao okolini. Treba načiniti prezentaciju i rezultate prikazati cijelom razredu.

#### Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 1.1.2:

Drugi mini-projekt predstavlja proširenje prvog projekta s naglaskom na izmjenu energije unutar zatvorenog sustava. U kutiju treba staviti jednu čašu s ledom i jednu čašu vrele vode, oboje poznate mase i početne temperature. Sva opažanja, mjerenja, obradu mjerenih podataka i prezentaciju rezultata obaviti kao kod prvog mini-projekta.

### Uputa za rad s učenicima s teškoćama

U svrhu upoznavanja općenitih didaktičko-metodičkih uputa za rad s učenicima s teškoćama, ideje 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)

Kako biste u radu s učenicima s teškoćama pobudili interes za nove nastavne sadržaje, značajno je iskustveno učenje kao i odabir primjerenih fotografija, galerija fotografija, videozapisa (Sunce, fuzija, plazma, značajni fizičar i dr.). Dodatnim pitanjima usmjerite pažnju učenika prilikom gledanja odabranog izvora, potaknite ih na raspravu. Ako u razredu imate slijepe i slabovidne učenike, tada slikovito opisujte fotografiju, galeriju fotografija, videozapis. Učenike možete i unaprijed upoznati sa sadržajem gledanog. Korištenje fotogalerije pretpostavlja usmjeravanje pažnje učenika s različitim teškoćama na svaku pojedinu fotografiju, što možete učiniti i postavljanjem dodatnih pitanja, produljenom ekspozicijom pojedinih fotografija. Ako se poslužite pripremljenom prezentacijom, npr. u Preziju, olakšat ćete učenicima usmjeravanje pažnje.

Učenicima s poremećajem čitanja, učenicima s poremećajima iz autističnog spektra, učenicima s ADHD-om i dr. ponudite tekstove lagane za čitanje. Svakako se preporuča u nastavi koristiti više jednostavnih rečenica, a izbjegavati složene rečenice.

Poželjno je prema interesu učenika (npr. učenika s poremećajima iz autističnog spektra) odabrati i neke nove primjerene ilustracije. Obratite pozornost na jasnoću i preglednost slikovnih izvora – za učenike s poremećajima iz autističnog spektra slažite ih uvijek odozgo prema dolje, za sve ostale može i slijeva nadesno. U radu sa slabovidnim učenicima rabite personalizirana povećala učenika ili usmjerite učenike na korištenje postavki pristupačnosti na mobitelu, tabletu, računalu. Budući se u tekstovima pojavljuju nepoznati pojmovi i riječi, izrazi kojima su pojedini učenici zaboravili značenje (npr. fuzijski reaktor, nuklearna fuzija, plazma i brojni drugi), svi značajni pojmovi za usvajanje građe navedeni su u pojmovniku. Neka se pojmovnik nalazi pored tekstova za učenje kako bi ih učenici lakše uočili, ponovili, utvrdili značenje te tako razumjeli obrađeni sadržaj. U radu s učenicima s teškoćama važno je provjeravati jesu li razumjeli značenje novih pojmova. Važno je pravovremeno uočiti i neke nove pojmove koje pojedini učenici ne razumiju, pojasniti ih na nov i učenicima zanimljiv način, uvijek pojmovima bliskim svakodnevnom životu učenika.

Svi interaktivni zadatci (o oblicima energije i dr.) zahtijevaju postupnost uvođenja i dodatno usmjeravanje pažnje učenika na pojedini oblik energije i dr. te povezivanje s osobnim iskustvima učenika iz svakodnevnog života.

Zanimljivost o nuklearnoj katastrofi u Japanu bit će zanimljiva svim učenicima. Mogu je dodatno istražiti i daroviti učenici s teškoćama u području čitanja, poremećajem pažnje, možda i emocionalnim problemima. Usmjerite pažnju učenika na aktualnost teme; daroviti učenici mogu pogledati neki od preporučenih filmova (npr. igrani i dokumentarni). Ako ponudite grafički organizator za vođeno gledanje filma, daroviti učenik s teškoćom lakše će pratiti film. Na kraju može izvijestiti o gledanom ispred razreda ili ispred grupe učenika. Dodatni izvori na internetu (članci, fotografije, izjave svjedoka) dostupni su svim učenicima (slabovidni učenici mogu koristiti opciju pristupačnosti). Dodatnu raspravu u razredu potaknite usmjerenim pitanjima. Potaknite učenike da zanimljivosti (npr. o svjetlu) pročitaju u paru ili malim skupinama, a potom izvijeste o pročitanom.

Prilikom gledanja videozapisa, primjerice o obnovljivim i neobnovljivim izvorima energije, dodatno usmjerite pažnju učenika s teškoćama na bitno jer videozapisi



donose mnogo sukcesivnih informacija i vidnih podražaja. Učenike s teškoćama potaknite usmjerenim pitanjima, zadržite njihovu pažnju na ključnim dijelovima, na kraju pitanjima provjerite što su naučili te kako će nova znanja primijeniti u svakodnevnom životu. Potaknite sve svoje učenike na neku ekološku aktivnost u školi.

Kada se učenicima s teškoćama (npr. oštećena sluha) prikazuju videozapisi, svaki film treba imati mogućnost podslova (kao što postoji mogućnost pojačavanja, širenja prikaza po cijelom ekranu i dr.) jer će tako učenici oštećena sluha lakše pratiti sadržaj videozapisa.

Kako bi u rješavanju računskih zadataka bili uspješni i učenici s teškoćama, važno je primijeniti primjerene didaktičko-metodičke postupke. S obzirom na individualne potrebe učenika (neki učenici imaju teškoće u predočavanju brojevnih veličina, računskih operacija i dr.) potrebno je primijeniti primjerene postupke prilagođavanja.

U oblikovanju nastavnih računskih zadataka potrebno je voditi se načelom postupnosti; od lakših k težim. Kako bi učenici uspješno riješili zadatke, potrebno je prethodno riješiti 2 – 3 zadatka istog tipa na satu obrade novog sadržaja.

Potrebno je provjeriti jesu li učenici razumjeli sadržaj zadatka. Kako bi učenici to mogli, potrebno ih je uvoditi u postupak rješavanja zadatka pružajući podršku u svakom koraku. Učenicima s teškoćama pažnje važno je provjeriti svaki korak.

Podrška u razumijevanju zadataka jest i perceptivno prilagođavanje samog teksta zadatka. Perceptivno prilagođeni zadatci podrška su i smjernica učenicima.

Svaki tekst zadataka u DOS-u primjereno je oblikovan, fontom, veličinom (Arial, 14) te proredom (1,5), s lijevim poravnanjem.

U zadatcima su različitim bojama i podebljanjem teksta istaknuti važni podatci, potrebni za razumijevanje i rješavanje pojedinog zadatka.

Fizikalne veličine sadržane u nastavnoj jedinici označene su bojom, oznake (slova) podebljane i napisane uspravnim slovima, bez dodatnog oblikovanja (pri tome smo svjesni odstupanja od standarda pisanja fizikalnih veličina). Zbog individualnih potreba učenika s teškoćama pažnje, oštećena vida, sa specifičnim teškoćama učenja ili učenika s poremećajem iz spektra autizma važno je da su oznake pregledno označene i napisane kako bi se izbjeglo netočno usvajanje, prepisivanje, pisanje i čitanje fizikalnih veličina. Podebljanje oznaka osobito je važno prilikom obrade novog nastavnog sadržaja kada se učenici prvi put susreću s novom oznakom, novim pojmom, odnosno novom fizikalnom veličinom.

U zadatcima nastavne jedinice *Kemijske veze i kemijska energija* dogovorenim su bojama označeni sljedeći simboli i oznake, prikazani u *Tablici 1*.

Endotermne reakcije	Plava boja
Egzotermne reakcije	Crvena boja

U kemijskim jednadžbama crvenom i plavom bojom označeni su različiti kemijski elementi koji su u reakciji činili kemijski spoj, odnosno molekulu.

Pojmovi egzotermna i endotermna reakcija u tekstu i zadatcima također su označeni crvenom, odnosno plavom bojom.

U tekstualnom dijelu zadatka, uz nazive kemijskih spojeva i elemenata, važno je istaknuti kemijske formule i simbole kao podsjetnik i pomoć u njihovu usvajanju te u snalaženju u periodnom sustavu elemenata. Poželjno je piktogramima, grafičkim, shematskim i slikovnim prikazima pratiti tekst zadataka, osobito kod učenika s poremećajem iz autističnog spektra.

Podrška u rješavanju zadataka jest i izdvajanje poznatih i nepoznatih podataka iz zadatka, kao smjernica za odabir odgovarajuće računске formule.

Kako bi učenici postigli uspjeh u rješavanju zadataka, s obzirom na prisutne teškoće pažnje, koncentracije, teškoće radne memorije, teškoće učenja, važno je osigurati podsjetnike s računskim formulama, podacima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina, vrijednostima mjernih jedinica. Važno je osigurati korištenje podsjetnika u svim vrstama nastavnog sata (obrada novog sadržaja, uvježbavanje i ponavljanje, provjeravanje naučenog). Na podsjetnicima istaknite iste podatke kao prilikom obrade nastavnog sadržaja. Ako je u zadatcima računanja potrebno preračunavati mjerne jedinice, važno je osigurati podsjetnik s vrijednostima odgovarajućih mjernih jedinica. Od učenika tražite preračunavanje veće mjerne jedinice u manju jer im je obrnut zadatak pretežak.

Prilikom rješavanja računskih zadataka važno je omogućiti korištenje kalkulatora, osobito učenicima sa specifičnim teškoćama učenja.

U skladu s individualnim potrebama učenika u svim etapama nastavnog sata potrebno je osigurati primjereno vrijeme rješavanja zadatka.

Važno je dodatno bodovati „teške računске zadatke“ i zadatke kombiniranog tipa. Uvijek treba voditi računa o formuliranju zadataka. I u kombiniranim tipovima zadataka poželjne su jednostavne rečenice, sa semantički pojednostavljenim riječima koje učenici poznaju i razumiju. Učenicima sa specifičnim teškoćama čitanja i pisanja, motoričkim teškoćama i poremećajem iz autističnog spektra potrebno je osigurati manji broj zadataka otvorenog tipa. U zadatcima iz teorijskog dijela poželjno je ponuditi pitanja s odgovorima višestrukog izbora i dopunjavanjem. Ako učenici imaju perceptivne teškoće, izbjegavajte zadatke sparivanja, odnosno povezivanja lijevih i desnih stupaca. U pitanjima koja iziskuju dopunjavanje poželjno je postaviti dodatna pitanja kako bismo učenike usmjerili k točnom odgovoru.

Ako pojedini učenik ne uspije točno riješiti zadatak računskog tipa, poželjno je prikazati primjer riješenog zadatka sa svim koracima na uvid učeniku.

U poučavanju učenika važno je poticanje iskustvenog učenja. Poželjno je da zadatci, primjerice sa svjetlosnom i kinetičkom energijom, sadrže podatke (predmete, spojeve) iz učenikova svakodnevnog života te koji će učeniku biti dostupni, opipljivi u na satima obrade novog sadržaja te uvježbavanja i ponavljanja.

U svrhu razvoja i poticanja samopouzdanja učenika pohvalite učenike za trud i rad. Također ih potičite na suradničko učenje, rješavanje zadatka u paru i timski rad.

Potrebno je prepoznati i omogućiti učenicima s teškoćama razvoj vlastite strategije rješavanja zadatka te je podržavati.



## 1.2. Toplina i toplinski kapacitet

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ izračunati izmjenu topline nastalu kemijskom reakcijom
- ✓ napisati matematičke izraze za specifični toplinski kapacitet i molarni toplinski kapacitet
- ✓ opisati princip rada reakcijskog kalorimetra.

U ovoj jedinici mogu biti provedeni slični pokusi s kalorimetrom kao i u prvoj jedinici. Dok je u prvoj jedinici naglasak stavljen na činjenicu da za vrijeme kemijske reakcije dolazi do izmjene energije između sustava i okoline, u drugoj jedinici učenici trebaju naučiti da je moguće izmjeriti/izračunati tu količinu izmijenjene energije. Računski zadatci u kojima su uključeni specifični toplinski kapaciteti nisu zahtjevni s računskog aspekta. Istraživanja Nacionalnog centra za vanjsko vrednovanje pokazala su na uzorku od 25 000 učenika da velik broj učenika ima problema s elementarnim računskim operacijama. Zbog toga se na ovakvim jednostavnim zadacima, osim kemijskih pojmova, može također uvježbavati i elementarno računanje, pretvaranje mjernih jedinica, iskazivanje zadanih podataka s pomoću potencija broja deset, računanje bez pomoći kalkulatora – napamet i „pješice“. Da učenici ne bi takav pristup shvatili kao uvredu jer se od njih traži nešto što „oni odavno znaju“, takav način rada može se prikazati kao igra i natjecanje „mozak protiv kalkulatora“ te uspoređivati rezultate dobivene kalkulatorom s onima dobivenim bez pomoći kalkulatora. Time

se ostvaruje snažna korelacija s fizikom i matematikom, a nakon nekoliko sati takva pristupa zadacima, i nastavnik i učenici bit će iznenađeni rezultatima.

U ovim zadacima učenici se sreću i s grčkim alfabetom i slovom  $\rho$  (ro). Pritom treba paziti da se ne razviju pogrešne navike pa da se umjesto  $\rho$  piše  $\varphi$  (fi) ili slovo  $\rho$  piše u povišenom položaju (primjer:  $m = VP$  umjesto  $m = V\rho$ ).

Pojam toplinskog kapaciteta nije učenicima drugog razreda novost jer su se s njim susreli u fizici u osnovnoj školi. Da bi se u kemijskim pokusima mogla odrediti količina topline koju sustav izmjenjuje s okolinom, i nakon toga izračunavati entalpije kemijskih reakcija, potrebno je ovladati pojmovima toplinski kapacitet te specifični i molarni toplinski kapacitet. Kao metoda poučavanja u ovoj jedinici može se preporučiti izvođenje jednostavnih pokusa s više grupa učenika i frontalno uvježbavanje računskih postupaka.

### Uputa za rad s učenicima s teškoćama

Na početku usvajanja novog nastavnog sadržaja kratko ponovite prethodno naučene sadržaje (npr. o toplini i sl.), primjerice nekom igrom asocijacija. U radu s učenicima s teškoćama koristite tekstove lagane za čitanje, s istaknutim ključnim pojmovima jer tako pripremljen tekst olakšava čitanje i pamćenje pročitanog. Svakako se preporuča koristiti više jednostavnih rečenica, a izbjegavati složene rečenice.

U pojmovniku su dodatno objašnjeni novi pojmovi.

Formule su ciljano istaknute kako bismo usmjerili pažnju učenika na način zapisivanja fizikalnih veličina. Formule trebaju uvijek biti vidljive i dostupne. Učenici ne trebaju učiti formule napamet, već naučiti kako se njima služiti.

Prilikom rješavanja svih interaktivnih pitanja osigurajte učenicima vidljive i lako dostupne definicije. Potičite suradničko učenje i rješavanje zadataka paru. Slijepe učenike uputite na korištenje postavki s uslugom pristupačnosti, zadatke pišite i na brajici, za slabovidne učenike osigurajte pristupačnost za font, eventualno i personalizirana povećala.

Prilikom gledanja fotografija i filmova dodatnim pitanjima usmjerite pažnju učenika na pojave i procese (primjerice, vođenje topline, reakciju cinka ili nekog drugog kemijskog elementa s klorovodičnom kiselinom).

Kada se učenicima s teškoćama (npr. oštećena sluha) prikazuju planirani videozapisi, svaki film treba imati mogućnost podslova jer će tako učenici oštećena sluha lakše pratiti sadržaj videozapisa.

Računske zadatke potrebno je oblikovati prema načelu postupnosti; od lakših k težim. Kako bi učenici uspješno riješili zadatke, potrebno je prethodno riješiti 2 – 3 zadatka istog tipa na satu obrade novog sadržaja.

Potrebno je provjeriti razumiju li učenici sadržaj zadatka. Kako bi pojedini učenik s teškoćom razumio sadržaj zadatka, učenike je potrebno uvesti u postupak rješavanja zadatka i pružiti im podršku u svakom koraku zadatka.

U zadacima su različitim bojama i podebljanjem teksta istaknuti ključni podatci, potrebni za razumijevanje i rješavanje samog zadatka.

Fizikalne veličine sadržane u nastavnoj jedinici *Toplina i toplinski kapacitet* označene su bojom, oznake napisane uspravnim slovima, bez dodatnog oblikovanja. Pri svemu je važno ujednačiti isticanje istom bojom za isti kemijski element (vodik, kisik i dr.).

U skladu s individualnim potrebama učenika važno je da su oznake pregledno označene i napisane kako bi se izbjeglo netočno usvajanje, prepisivanje, pisanje i čitanje fizikalnih veličina. Podebljanje oznaka osobito je važno prilikom obrade novog nastavnog sadržaja kada se učenici prvi put susreću s novom oznakom, novim pojmom, odnosno novom fizikalnom veličinom.

U zadacima nastavne jedinice *Toplina i toplinski kapacitet* dogovorenim su bojama označeni sljedeći simboli i oznake, prikazani u **Tablici 1**.

Energija sustava	$\Delta U$
Toplina	$Q$
Rad	$W$
Toplinski kapacitet	$C$
Specifični toplinski kapacitet	$c$
Molarni toplinski kapacitet	$C_m$
Masa	$m$
Prirast temperature	$\Delta T$
Množina	$n$

U tekstualnom dijelu računskog zadatka, uz nazive kemijskih spojeva i elemenata, važno je istaknuti kemijske formule i simbole kao podsjetnik i pomoć u njihovu usvajanju te u snalaženju u periodnom sustavu elemenata. Poželjno je piktogramima, grafičkim, shematskim i slikovnim prikazima pratiti tekst zadataka, osobito kod učenika s poremećajem iz autističnog spektra.

Rješavanje računskih zadataka olakšat će i izdvajanje poznatih i nepoznatih podataka zadatka, što će poslužiti kao smjernica za odabir odgovarajuće računске formule.

Kako bi učenici uspješno rješavali zadatke, s obzirom na prisutne teškoće pažnje, koncentracije, teškoće radne memorije i teškoće učenja, važno je osigurati podsjetnike s računskim formulama, podatcima vrijednosti kemijskih i fizikalnih

veličina te vrijednostima mjernih jedinica. Važno je omogućiti korištenje podsjetnika u svim vrstama nastavnog sata (obrada novog sadržaja, uvježbavanje i ponavljanje, provjeravanje naučenog). Na podsjetnicima istaknite iste podatke kao prilikom obrade nastavnog sadržaja. Ako je u zadatcima računanja potrebno preračunavati mjerne jedinice, važno je osigurati podsjetnik s vrijednostima odgovarajućih mjernih jedinica te postupak preračunavanja manje u veću, odnosno veće u manju mjernu jedinicu.

U **Tablici 2.** prikazan je primjer podsjetnika s odgovarajućim računskim formulama.

Prvi zakon termodinamike	$\Delta U = Q + W$
Toplinski kapacitet	$C = Q \cdot \Delta T$
Specifični toplinski kapacitet	$c = Q/n \cdot \Delta T$
Molarni toplinski kapacitet	$C_n = Q/n \cdot \Delta T$
Toplina	$Q = m \cdot \Delta T \cdot c$
Prirast temperature	$\Delta t = t_2 - t_1$

Za računске zadatke uvijek omogućite korištenje kalkulatora, osobito učenicima sa specifičnim teškoćama učenja.

U skladu s individualnim potrebama učenika u svim etapama nastavnog sata potrebno je omogućiti primjereno vrijeme rješavanja zadatka.

Važno je da zadatci budu kombiniranog tipa. Pripazite na oblikovanje samog zadatka i primjereno ih vrednujte s obzirom na složenost zadataka. Poželjne su jednostavne rečenice, sa semantički pojednostavljenim riječima koje učenici poznaju i razumiju. Učenicima sa specifičnim teškoćama čitanja i pisanja te motoričkim teškoćama potrebno je osigurati manji broj zadataka otvorenog tipa. U zadatcima iz teorijskog dijela poželjno je ponuditi pitanja s odgovorima višestrukog izbora i dopunjavanjem na kraju retka. Ako učenici imaju perceptivne teškoće, izbjegavajte zadatke sparivanja, odnosno povezivanja lijevih i desnih stupaca. U pitanjima koja iziskuju dopunjavanje poželjno je postaviti dodatna pitanja kako bismo učenika usmjerili k točnom odgovoru.

Ako učenik ne uspije riješiti točno zadani zadatak računskog tipa, poželjno je prikazati mu primjer riješenog zadatka (sa svim koracima) u oblaku ili kao padajući zadatak s postupkom rješavanja, što će mu olakšati učenje i uvježbavanje.

U poučavanju učenika važno je poticanje iskustvenog učenja. Primjerice, poželjno je da zadatak sadrži podatke (predmete, spojeve) iz učenikova svakodnevnog života, koji će mu biti dostupni i opipljivi u na satima obrade novog sadržaja te uvježbavanja i ponavljanja.



Radi razvoja i poticanja samopouzdanja učenika pohvalite ih za trud i rad. Također ih potičite na suradničko učenje, rješavanje zadatka u paru i timski rad. Omogućite učenicima razvoj vlastitih strategija rješavanja zadatka te ih podržite u tom.





### 1.3. Entalpija

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ identificirati pojam entalpije i unutarnje energije
- ✓ utvrditi promjenu entalpije i entalpiju neke kemijske reakcije
- ✓ napisati termokemijsku jednadžbu
- ✓ izračunati reakcijsku entalpiju
- ✓ skicirati entalpijski dijagram.

Treća nastavna jedinica *Entalpija* najzahtjevnija je jedinica ovog modula i opsegom sadržaja, i vremenom koje zahtijeva, i teškoćama koje nastavnik može očekivati u razumijevanju i prihvaćanju novih pojmova. Jedna od očekivanih poteškoća također je savladavanje novog, grafičkog načina prikazivanja i komunikacije.

Novi pojam koji se uvodi jest entalpija čija promjena, iako izjednačena s promjenom topline, nije lako razumljiva bez relativno jednostavnog termodinamičkog izvoda iz prvog zakona termodinamike i promjene unutarnje energije. Sljedeća je poteškoća razumijevanje zašto je uz entalpiju definirana i standardna entalpija te što to znači da je ona „standardizirana“. To se lako može objasniti činjenicom da entalpija ovisi i o tlaku i o volumenu, stoga je, da bi se mogle dobiti usporedive vrijednosti za različite tvari kod istih kemijskih reakcija, dogovoreno da se uspoređuju vrijednosti entalpije neke reakcije kod stalnog tlaka. Taj stalni tlak naziva se „standardni tlak“, a za njega je dogovoreno da bude 100 kPa.

Na sposobnosti crtanja entalpijskog dijagrama treba ustrajati zbog više razloga. Jedan je taj što se entalpijskim dijagramom može prikazati kompleksnost prijelaza neke tvari kroz različita stanja tek ako je učenik u potpunosti razumio pojam entalpije i izmjene energije putem kemijskih reakcija. Drugi je razlog činjenica da se naši učenici slabo snalaze u grafičkim prikazima bilo da ih trebaju interpretirati, bilo da ih trebaju kreirati iz poznatih podataka. Primjena i razumijevanje grafikona i drugih grafičkih prikaza važna je u svim područjima, ali se treba razumjeti i uvježbati na nastavi matematike, fizike i kemije.

U zadatcima izračunavanja reakcijske entalpije iz poznatih standardnih entalpija stvaranja spojeva, entalpija kemijskih veza te entalpija otapanja čvrstih tvari uključeni su i zadatci koji slijede Hessov zakon i potvrđuju zakon o očuvanju energije s aspekta kemijskih reakcija. U takvim zadatcima važno je imati na umu da se reakcijska entalpija odnosi na množine tvari u jednadžbi reakcije, a da se, primjerice, entalpija nastajanja, odnosno entalpija izgaranja odnosi na množinu tvari koja nastaje iz elemenata, odnosno tvari koja izgara. Učenike treba uputiti na izvore, tj. na dostupne tablice kalorimetrijski izmjerenih entalpija nastajanja za spojeve i reći im da se te tablice mogu koristiti pri rješavanju zadataka.

### Poticanje prirodoznanstvenog pristupa

#### Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 1.3.1:

S ciljem razvitka prirodo-znanstvenog pristupa predložena su dva jednostavna mini-projekta. Prvi se odnosi na kuhanje čaja što može biti iskorišteno za razumijevanje pojmova entalpije, ključnih točaka temperaturne skale i vježbanje crtanja grafikona. Video termografije kuhanja čaja može biti dopunjen s jednostavnim pokusom praćenja temperature vode s komadićima leda u čajniku. Uz miješanje vode i leda, temperatura će ostati na nula stupnjeva C sve dok se sav led ne otopi, zatim temperaturu vode mjeriti svakih 30 s, zabilježiti, a kada voda uzavre grijati ju još nekoliko minuta dok se ne potvrdi da temperatura vode više ne raste. Prepoznati ključne točke Celsiuseve temperaturne ljestvice, nacrtati grafikon promjene temperature u ovisnosti o vremenu i prodiskutirati rezultate. Za crtanje grafikona prvo ručno nacrtati skicu, a zatim koristiti neki od digitalnih alata s kojim nastavnik i učenici imaju iskustva.

#### Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 1.3.2.

Drugi mini-projekt omogućava razumijevanje egzotermnih i endotermnih procesa koristeći tvari koje se obično mogu naći u školskom laboratoriju ili termo-paketiće koje se može kupiti u trgovinama sportske opreme. U svakom slučaju promjena temperature je tolika da ju se kvalitativno može procijeniti, odnosno osjetiti dodirivanjem reakcijske posude. Kupovni termo-paketići imaju praktičnu primjenu kod ekstremnih zahtjeva za naglim utopljanjem ili naglim razlađivanjem, najčešće u specifičnim sportskim uvjetima. Za izvedbu jednostavnog pokusa treba izabrati tvari koje se lako nađu u priručnom laboratoriju, a čije promjene temperature reakcijske smjese su toliko izražene da ih se može kvalitativno izmjeriti dodirivanjem reakcijske posude. Primjer za egzotermnu reakciju je miješanje 5 mL sumporne kiseline i 5 mL

vode. To je ujedno i prilika da se učenike podsjeti na asocijativni izraz VUK iza kojega se nalazi upozorenje da nikako ne treba ulijevati Vodu U Kiselinu.

Na sličan način primjerom miješanja 5g limunske kiseline i 10 g kristalne sode učenici mogu iskusiti endotermnu reakciju.

Budući da su sumporna kiselina i kristalna soda nagrizajuće tvari, moguće je ista saznanja postići kupnjom „toplog paketa“ i „rashladnog paketa“ što se može naći u trgovinama sportskom opremom. To su vrećice u kojima se ne nalaze nagrizajuće tvari, a koriste se u slučajevima potrebe brzog zagrijavanja avanturiste u snijegu ili brzog hlađenja iščašenog koljena na sportskom terenu.

### Uputa za rad s učenicima s teškoćama

Jedinica pod nazivom *Entalpija* izuzetno je zahtjevna za sve učenike, a još više za učenike s teškoćama ako izostaju zornost, postupnost, iskustveni primjeri i učenje.

Kao uvodna motivacija dobro mogu poslužiti videozapis i tekstovi lagani za čitanje, s istaknutim ključnim pojmovima, povećanim razmakom između riječi i redaka.

U zadatcima crtanja entalpijskog grafikona značajna je potpora nastavnika i rad u paru kako bi se ovi učenici osnažili. Osigurajte im dovoljno vremena za rješavanje zadataka i poštujujte načelo postupnosti.

U oblikovanju nastavnih zadataka potrebno je voditi se načelom postupnosti. Kako bi učenici uspješno rješavali zadatke, potrebno je prethodno riješiti 2 – 3 zadatka istog tipa (za uvježbavanje) na satu obrade novog sadržaja.

Provjerite razumiju li učenici sadržaj zadatka. Kako bi učenici razumjeli sadržaj zadatka, potrebno ih je uvesti u postupak rješavanja zadatka i pružiti im podršku u svakom koraku.

Podrška u razumijevanju zadataka jest i perceptivno prilagođavanje samog teksta zadatka. Takvi su zadatci dragocjena smjernica učenicima.

**Fizikalne veličine** se prema pravilu struke pišu u italicu. Fizikalne veličine potrebno je istaknuti bojom, veličinom fonta te povećanim razmakom između veličina i oznaka za računanje. Na takav će se način osigurati potpora u radu s učenicima s različitim teškoćama. S obzirom na individualne potrebe učenika važno je da su oznake pregledno označene i napisane kako bi se izbjeglo netočno usvajanje, pisanje i čitanje fizikalnih veličina. Podebljanje oznaka osobito je važno u obradi novog nastavnog sadržaja kada se učenici prvi put susreću s novom oznakom, novim pojmom, odnosno novom fizikalnom veličinom.

Plavom bojom označeni su produkti, dok su reaktanti označeni zelenom bojom u kemijskim jednadžbama kako bi se učenicima olakšalo uvrštavanje traženih podataka u odgovarajuću računsku formulu, označenu istim bojama.

U zadatcima nastavne jedinice *Entalpija* dogovorenim su bojama označeni sljedeći simboli i oznake, prikazani u **Tablici 3**.

Unutarnja energija sustava	$U$
Kinetička energija	$E_k$
Potencijalna energija	$E_p$
Toplina	$Q$
Rad	$W$
Tlak	$p$
Prirast temperature	$\Delta t$
Promjena entalpije	$\Delta H$
Standardna reakcijska entalpija	$\Delta_r H^\circ$
Standardna entalpija stvaranja	$\Delta_f H^\circ$
Standardna entalpija veze	$\Delta_b H^\circ$
Standardna entalpija izgaranja	$\Delta_c H^\circ$

U tekstualnom dijelu zadatka, uz nazive kemijskih spojeva i elemenata, važno je istaknuti kemijske formule i simbole kao podsjetnik i pomoć u njihovu usvajanju te u snalaženju u periodnom sustavu elemenata. Poželjno je piktogramima, grafičkim, shematskim i slikovnim prikazima pratiti tekst zadataka, osobito kod učenika s poremećajem iz autističnog spektra.

Podrška u rješavanju zadataka jest i **izdvajanje poznatih i nepoznatih podataka** iz zadatka, kao smjernica za odabir odgovarajuće računске formule.

Kako bi učenici uspješno rješavali zadatke, s obzirom na prisutne teškoće pažnje, koncentracije, teškoće radne memorije i teškoće učenja, važno je osigurati podsjetnike s računskim formulama, podacima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina te vrijednostima mjernih jedinica. Važno je omogućiti korištenje podsjetnika u svim vrstama nastavnog sata. Na podsjetnicima istaknite iste podatke kao prilikom obrade nastavnog sadržaja. Ako je u zadacima računanja potrebno preračunavati mjerne jedinice, važno je osigurati podsjetnik s vrijednostima odgovarajućih mjernih jedinica te postupak preračunavanja manje u veću, odnosno veće u manju mjernu jedinicu.

U **Tablici 4.** prikazan je primjer podsjetnika s odgovarajućim računskim formulama.

Unutarnja energija sustava	$U = E_k + E_p$
Prvi zakon termodinamike	$\Delta U = Q + W$
Promjena entalpije	$\Delta H = H_2 - H_1$
Prirast entalpijske reakcije	$\Delta_r H^\circ = H^\circ_{\text{PRODUKTI}} - H^\circ_{\text{REAKTANTI}}$
Toplina	$Q = H = \Delta_r H^\circ \cdot n$ $Q = H = \Delta_r H^\circ \cdot \frac{m(X)}{V(X)}$

U **Tablici 5.** prikazan je primjer podsjetnika koraka u rješavanju zadataka.

1. <b>Jednadžba</b> se napiše u <b>suprotnom smjeru s negativnom (-) vrijednosti</b> za reakcijsku entalpiju.	$2\text{Al(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)}$
2. <b>Negativna (-) vrijednost</b> za reakcijsku entalpiju <b>podijeli se</b> brojem 2 (: 2).	$\Delta_r H^\circ = 3351,4 \text{ kJ mol}^{-1}$ $-3351,4 : 2 = -1675,7$

Prilikom rješavanja računskih zadataka važno je omogućiti korištenje kalkulatora, osobito učenicima sa specifičnim teškoćama učenja.

U skladu s individualnim potrebama učenika u svim etapama nastavnog sata omogućite im primjereno vrijeme rješavanja zadataka.

Važno je osigurati zadatke kombiniranog tipa te paziti na formulaciju samog zadatka. Poželjne su jednostavne rečenice, sa semantički pojednostavljenim riječima koje učenici poznaju i razumiju. Učenicima sa specifičnim teškoćama čitanja i pisanja te motoričkim teškoćama potrebno je osigurati manji broj zadataka otvorenog tipa. U zadacima iz teorijskog dijela poželjno je ponuditi pitanja s odgovorima višestrukog izbora i dopunjavanjem na kraju retka. Ako učenici imaju perceptivne teškoće, izbjegavajte zadatke sparivanja, odnosno povezivanja lijevih i desnih stupaca. U pitanjima koja iziskuju dopunjavanje poželjno je postaviti dodatna pitanja kako bismo učenika usmjerili k točnom odgovoru.

Ako učenik ne uspije točno riješiti zadani zadatak računskog tipa, poželjno je prikazati mu primjer riješenog zadatka sa svim koracima.



U poučavanju učenika važno je **poticanje iskustvenog učenja**. Primjerice, poželjno je da zadatak sadrži podatke (predmete, spojeve) iz učenikova svakodnevnog života, koji će mu biti dostupni i opipljivi u na satima obrade novog sadržaja te uvježbavanja i ponavljanja.

Radi **razvoja i poticanja samopouzdanja** učenika pohvalite ih za **trud i rad**. Također ih potičite na suradničko učenje, rješavanje zadatka u paru i timski rad. Omogućite učenicima **razvoj vlastitih strategija rješavanja zadatka** te ih podržite u tom.



## 1.4. Usustavljanje nastavnih sadržaja o energiji i kemijskim promjenama

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ izračunati reakcijsku entalpiju na temelju promjene entalpije tijekom kemijske reakcije i množine utrošenoga reaktanta / nastaloga produkta
- ✓ prikazati entalpijskim dijagramom odnose entalpija reaktanata i produkata te smjer reakcijske promjene
- ✓ povezati potencijalnu i kinetičku energiju čestica s unutarnjom energijom sustava.

Ova jedinica provjerava usvojenost pojmova iz prvih triju jedinica te nastavak treće jedinice, tj. uvježbava zadatke s izračunavanjem entalpije i očitavanjem entalpijskih grafikona. Na temelju prikazanih primjera nastavnici mogu kreirati vlastite zadatke, grafikone, križaljke i slične načine provjeravanja usvojenosti nastavnog sadržaja.

Preporuča se frontalno uvježbavanje ključnih zadataka te individualna provjera i korigiranje nejasnih elemenata u pojedinom zadatku.

### Poticanje prirodoznanstvenog pristupa

S ciljem razvitka prirod-znanstvenog pristupa predložen je jedan jednostavan mini-projekt. Iskorišten je zadatak iz jedinice, u kojemu je zadan entalpijski diagram nastajanja natrijevog klorida s podacima o energijama pojedine reakcije na koje se reakcija nastajanja natrijevog klorida može rastaviti. Radi boljeg razumijevanja

ovakvog postupka, zadatak je u mini-projektu izokrenut, pa je potrebno iz priloženih podataka o energijama nacrtati entalpijski dijagram i usporediti ga s diagramom danim u zadatku. Iako u ovom slučaju postoji mogućnost da neodgovorni učenici jednostavno precrtaju diagram, odgovornim učenicima ovakav pristup izokretanja zadatka može pridonijeti punom razumijevanje obrađivanog postupka. Dakako, provjeru je moguće napraviti izborom druge jednostavne reakcije, za nju dati odgovarajuće numeričke podatke, i zadati crtanje odgovarajućeg entalpijskog dijagrama.

### Uputa za rad s učenicima s teškoćama

Kako bi učenici s teškoćama uspješno usustavili sadržaje o energiji i kemijskim promjenama te uspješno rješavali računske zadatke, važno je primijeniti primjerene **didaktičko-metodičke upute**.

U oblikovanju računskih zadataka potrebno je voditi se **načelom postupnosti**. Kako bi učenici s teškoćama uspješno rješavali zadatke, potrebno je prethodno **demonstrirati** isti tip zadatka.

Zadatci i pojmovi koji su zastupljeni u usustavljanju sadržaja **moraju biti zastupljeni u jedinicama obrade nastavnog sadržaja uvijek na isti način**.

Potrebno je **provjeriti razumiju** li učenici sadržaj zadatka. Kako bi učenici razumjeli zadatak, potrebno ih je **uvesti u postupak** njegova rješavanja i pružiti im podršku u svakom koraku.

**Fizikalne veličine** sadržane u nastavnoj jedinici i u usustavljanju označene su **bojom**, oznake (slova) **podebljane** i napisane uspravnim slovima, bez dodatnog oblikovanja. Pri svemu treba pojedini simbol sustavno koristiti. U skladu s individualnim potrebama učenika važno je da su **oznake** i ovdje **pregledno** označene i napisane kako bi se izbjeglo netočno usvajanje, pisanje i čitanje fizikalnih veličina. Podebljanje oznaka, vidljivo u obradi novog nastavnog sadržaja, važno je i u usustavljanju nastavnog sadržaja.

U tekstualnom dijelu zadatka, uz nazive kemijskih spojeva, elemenata, **istaknute su kemijske formule i simboli** kao podsjetnik i pomoć u njihovu usvajanju te u snalaženju u periodnom sustavu elemenata. Poželjno je i u usustavljanje uvrstiti **piktograme opasnosti, grafičke, shematske i slikovne prikaze**, osobito u radu s učenicima s poremećajem iz autističnog spektra.

Podrška u rješavanju zadataka jest i **izdvajanje poznatih i nepoznatih podataka** iz zadatka, kao smjernica za odabir odgovarajuće računske formule.

Kako bi učenici postigli uspjeh u rješavanju zadataka, s obzirom na prisutne teškoće pažnje, koncentracije, teškoće radne memorije i teškoće učenja, važno je **osigurati podsjetnike** s računskim formulama, podacima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina te vrijednostima mjernih jedinica. Na podsjetnicima istaknite iste podatke kao prilikom obrade nastavnog sadržaja. Ako je u zadatcima računanja potrebno preračunavati mjerne jedinice, važno je osigurati podsjetnik s vrijednostima odgovarajućih mjernih jedinica te postupak preračunavanja manje u veću, odnosno veće u manju mjernu jedinicu.



Pri rješavanju računskih zadataka važno je omogućiti korištenje **kalkulatora**.

S obzirom na individualne potrebe učenika u svim im je etapama nastavnog sata potrebno omogućiti **primjereno vrijeme** rješavanja zadatka.

Važno je osigurati zadatke **kombiniranog tipa**, dodatno ih bodovati i paziti na formulaciju samih zadataka. Poželjne su jednostavne rečenice, sa **semantički pojednostavljenim riječima** koje učenici poznaju i razumiju. Učenicima sa specifičnim teškoćama čitanja i pisanja te motoričkim teškoćama potrebno je **osigurati manji broj zadataka otvorenog tipa**. U zadatcima iz teorijskog dijela poželjno je ponuditi pitanja s odgovorima **višestrukog izbora i dopunjavanjem**. Ako učenici imaju perceptivne teškoće, izbjegavajte zadatke sparivanja, odnosno povezivanja lijevih i desnih stupaca. U pitanjima koja iziskuju odgovore u obliku dopune poželjno je postaviti **dodatna pitanja** kako bismo učenika usmjerili k točnom odgovoru.

Ako pojedini učenik s teškoćom u učenju ne uspije točno riješiti zadani zadatak računskog tipa, poželjno je prikazati mu **primjer riješenog zadatka** (sa svim koracima). Učenik će uočiti korake koje poznaje te će nastaviti s radom i na novom primjeru.

U poučavanju učenika važno je poticanje iskustvenog učenja. Primjerice, poželjno je da zadatak sadrži podatke (predmete, spojeve) iz učenikova svakodnevnog života, koji će mu biti dostupni i opipljivi u na satima obrade novog sadržaja te uvježbavanja i ponavljanja.

Radi razvoja i poticanja samopouzdanja učenika pohvalite ih za trud i rad. Također ih potičite na suradničko učenje, rješavanje zadatka u paru i timski rad. Omogućite učenicima razvoj vlastitih strategija rješavanja zadatka te ih podržite u tom.

Zanimljiv **primjer usustavljivanja** naučenog nastavnog sadržaja jest **kviz** koji sadrži pitanja iz teorijskog dijela te zadatke računanja. U oblikovanju i prikazu pitanja pozornost se pridaje primjerenom oblikovanju teksta. Kviz smije sadržavati zadatke i pitanja **samo** nastavnog sadržaja koje je usvojeno u nastavnim jedinicama obrade novog nastavnog sadržaja. Učenike potičite na **suradničko učenje**, rješavanje zadatka u paru i **timski rad**. Omogućite im primjereno vrijeme rješavanja zadataka, kao i korištenje kalkulatora i podsjetnika u zadatcima računanja – ako je potrebno. Pitanja u kvizu trebala bi biti sastavljena od interaktivnih zadataka, grafičkih i shematskih prikaza, animacija, sadržaja koji će motivirati učenike na uvježbavanje i ponavljanje naučenog. Kada učenik nešto netočno spari, bilo bi dobro naznačiti koja kombinacija nije točna jer se učenici izgube i odustanu nakon nekoliko pogrešnih pokušaja.



**2. MODUL:**

**TEKUĆINE, OTOPINE I KOLOIDNI  
SUSTAVI**

# 2. Tekućine, otopine i koloidni sustavi

## Uvod

Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima i odnosi se na drugi modul nastave za drugi razred srednje škole. Drugi modul nosi naslov *Tekućine, otopine i koloidni sustavi*. U priručniku je ukratko prikazano pet jedinica koje se obrađuju u drugom modulu. 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.

U ovom modulu obrađena su općenita svojstva tekućih otopina. Opisane su vrste tekućih otopina i njihova svojstva, a svojstvima koloidnih otopina posvećena je cijela jedinica. Također je objašnjeno na koji se način iskazuje sastav otopina, jer učenici ovim pojmovima moraju dobro ovladati kako bi mogli uspješno rješavati numeričke zadatke.

U nekim jedinicama su uzete u obzir smjernice nove obrazovne reforme proglašene 2018. godine. U skladu s reformom, u nekim od jedinica su predloženi jednostavni mini-projekti s pokusima koji pridonose razvitku prirodo-znanstvenog pristupa, laboratorijskih vještina obrade mjerenih podataka te analitičkom i sintetičkom načinu razmišljanja.

## Popis jedinica:

- 2.1. Tekućine i njihova karakteristična svojstva
- 2.2. Topljivost tvari i vrste otopina
- 2.3. Iskazivanje sastava otopina
- 2.4. Koligativna svojstva otopina
- 2.5. Svojstva koloidnih otopina

## Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ povezati rezultate pokusa sa znanjima iz fizike
- ✓ prepoznati koligativna svojstva na primjerima
- ✓ povezati utjecaj različitih čimbenika sa stabilnosti koloidnih sustava
- ✓ razviti radne navike
- ✓ formirati znanstveni pogled
- ✓ razviti sposobnost rješavanja problema
- ✓ sistematizirati svojstva tekućina
- ✓ kritički razmotriti utjecaj koloidnih sustava na život čovjeka i okoliš

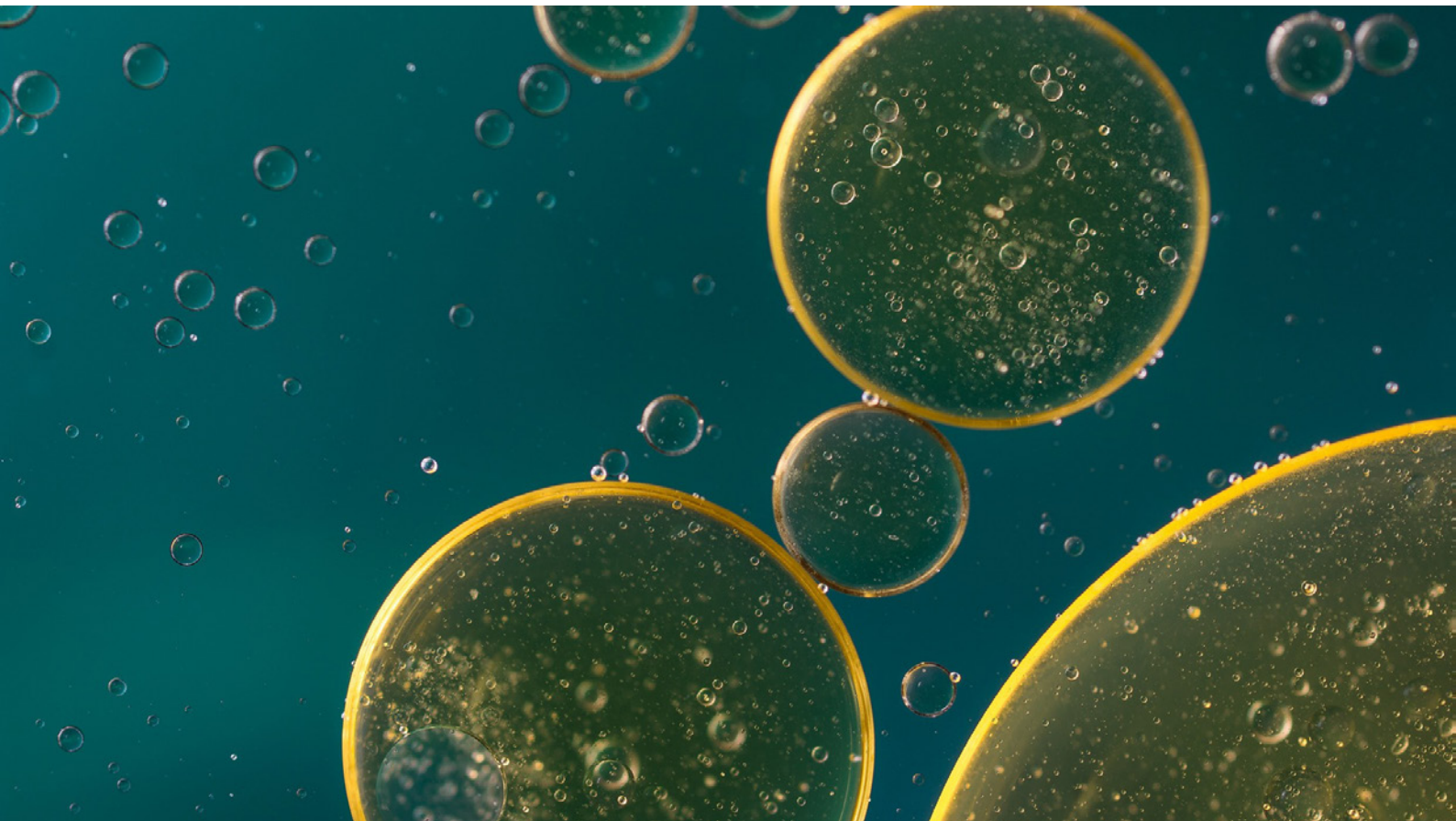
## Metodika nastave predmeta

Nastava kemije svakako mora biti praćena pokusima koji imaju veću vrijednost ako ih izvode učenici. Za veliki broj pokusa koje se može izvesti u školi nije neophodno raspolagati sa zahtjevnom opremom, skupim kemikalijama i posebnim prostorijama. Pokuse je potrebno prilagoditi na takav način da ih učenici mogu izvoditi poštujući sva pravila sigurnosti. Nastava bez pokusa ne može biti uspješna. Međutim, samo izvođenje pokusa nije garancija da je nastava uspješna. Izvođenje pokusa ne smije nalikovati mađioničarskoj predstavi koja može obilovati zapanjujućim efektima, ali koje publika ne može objasniti. Svaki pokus mora biti ne samo doživljen, nego i objašnjen koristeći jednadžbe kemijskih reakcija. Naročito je važno odmah nakon izvedenog pokusa i objašnjenja provjeriti koliki broj učenika je razumio objašnjenja. Ako se ova provjera razumijevanja pokusa ne veže uz provjeru znanja i ocjenjivanje, onda se može očekivati da će učenici bez straha od loše ocjene postavljati pitanja i priznati da nešto nisu razumjeli. Takvim pristupom realno je za očekivati da kemija ne bude tretirana kao „težak predmet“ kojeg ne treba niti pokušati razumjeti.

Kod provjere znanja pitanjima kod kojih postoji 50 %-tna vjerojatnost točnog odgovora, svakako uvijek treba tražiti i objašnjenje. Tek argumentiranim odgovorom na pitanje „Zašto?“ možemo procijeniti da nije bilo pogađanja i slučajno točnog izbora.

Računski zadaci koji su uključeni u ovom modulu nisu zahtjevni s računskog aspekta. Istraživanja *Nacionalnog centra za vanjsko vrjednovanje* pokazala su na uzorku od 25 000 učenika da veliki broj učenika ima problema s elementarnim računskim operacijama. Zbog toga se na ovakvim jednostavnim zadacima osim kemijskih pojmova, može također uvježbavati i elementarno računanje, pretvaranje mjernih jedinica, iskazivanje zadanih podataka pomoću potencija broja deset, rad bez pomoći kalkulatora računajući napamet i „pješke“. Da učenici ne bi ovakav pristup shvatili kao uvredu jer se od njih traži nešto što „oni odavno znaju“, ovakav način rada može se prikazati kao igra i takmičenje „mozak protiv kalkulatora“ i uspoređivati rezultate dobivene kalkulatorom s onima dobivenim bez pomoći kalkulatora. Time se ostvaruje snažna korelacija s fizikom i matematikom, a nakon nekoliko sati ovakvog pristupa zadacima, i nastavnik i učenici će biti iznenađeni rezultatima.

Rješavanje računskih zadataka, prije bilo kakvih razmišljanja o tome kako zadatak riješiti, treba započeti s izlučivanjem svih podataka zadanih riječima i njihovim izražavanjem pomoću simboličkog jezika. Ta procedura koliko god izgledala jednostavna i nepotrebna ima vrlo veliku metodičku važnost u savladavanju metodologije rješavanja zadataka. Između ostalog, vrijeme potrošeno na izlučivanje zadanih podataka, najčešće je dovoljno vrijeme inkubacije potrebno za traženje načina rješavanja zadatka.



## 2.1. Tekućine i njihova karakteristična svojstva

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ opisati svojstva tvari u tekućem agregacijskom stanju
- ✓ navesti što su tekućine
- ✓ razlikovati neka svojstva tekućina
- ✓ analizirati fazni dijagram vode

### Metodika predmeta

Osnovna tema ove jedinice je upoznavanje tekućina i njihovih karakterističnih svojstava, ali to je prilika da se uz tekućine definiraju krutine i plinovi. Među krutinama koje se odlikuju nestlačivošću, dakle stalnim oblikom i volumenom, treba razlikovati tvari koje imaju visoku uređenost strukture, a nazivamo ih kristalima i za koje kažemo da se nalaze u čvrstom stanju. Uz krutine koje se nalaze u čvrstom stanju, treba uočiti da postoje krutine koje se odlikuju malom uređenošću ili ju uopće nemaju pa ih nazivamo amorfnim tvarima i za njih kažemo da se nalaze u krutom stanju. Ovakva podjela krutina na tvari u čvrstom stanju i tvari u krutom stanju je uobičajena, ali nije strogo definirana. Npr. u engleskom jeziku kaže se da se tvari nalaze u „*solid state*“, a među njima razlikujemo „*crystals*“ i „*amorphous substances*“.

Za razumijevanje svojstava tekućina, potrebno je uspostaviti korelaciju s fizikom i utvrditi znanje o privlačnim silama elektrostatske i elektrodinamičke prirode koje se pojavljuju između čestica tekućine.

Svojstva koja su obrađena u ovoj jedinici su gustoća, viskoznost, površinska napetost i tlak para. Predviđeno je pet jednostavnih pokusa u kojima je potrebno raspolagati s areometrom i piknometrom. Od toga se tri pokusa odnose na mjerenje gustoće, a jedan na viskozitet i jedan na napetost površine, oba tek u kvantitativnom pogledu. Tlak para je ilustriran s nekoliko primjera, jedan od njih je uporaba ekspres lonca.

Obrada svakog svojstva tekućina popraćena je zadacima. Uz zadatke višestrukog izbora postavljeni su i problemski/računski zadaci s rješenjima.

U ovoj jedinici koristi se više znakova iz grčkog alfabeta, pa treba pripaziti da ih učenici znaju prepoznati, izgovoriti i pravilno napisati. Npr. za gustoću se koristi grčko slovo  $\rho$ , pa treba pripaziti da ga učenici ispravno pišu i po obliku i po položaju među drugim slovima. Naime, često učenici umjesto  $\rho$  napišu  $\Phi$  ili nešto između, a još češće se može naići na izraz  $m = V\rho$  napisan tako da je slovo  $\rho$  napisano previsoko uz slovo  $V$ , gdje mu nije mjesto. Ove pogreške naizgled nisu velike, ali su značajan pokazatelj površnosti i neobrazovanosti, a upravo je rad na tim svojstvima jedan od bitnih zadataka poučavanja.

Posebnu pozornost treba obratiti na tablično prikazivanje podataka te crtanje i razumijevanje faznih dijagrama. Dijagrami su moćan alat za prikazivanje tabličnih podataka, a većina učenika se s njima ne zna služiti.

Za darovite učenike može se pripremiti zadatak da prouče tekuće kristale koji imaju karakteristike uređene tekućine i tehnološki su vrlo važni od kraja 20. stoljeća.

Interes učenika može se potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Svojstva tekućina:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/svojstva-tekucina/>

Voda - dragocjena i jedinstvena:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/voda-dragocjena-i-jedinstvena/>

Vodikove veze:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/vodikove-veze/>

Ionska veza:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/ionska-veza/>

Promjene agregacijskih stanja: (još se ne nalazi na mrežnoj stranici)

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

Međumolekulske sile: (još se ne nalazi na mrežnoj stranici)

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

## Poticanje prirodoznanstvenog pristupa

### Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 2.1.1:

Nestlačivost i mogućnost lake promjene oblika moguće je pokazati s vodom koju se lijeva u posude različitog oblika. Također kao zgodan primjer može poslužiti želatinozna majoneza zapakirana u nylon vrećici ili voćni sok zapakiran u aluminijskoj foliji.

### Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 2.1.2:

O silama među česticama tekućine učenici se mogu osvjedočiti pomoću pokusa s Brownovim gibanjem. U Petrijevu zdjelicu naliti vodu i po površini lagano rasuti cvjetni prah (pelud). Nasumično gibanje čestica praha ilustrirat će gibanje čestica vode i sile kojima čestice vode djeluju međusobno i na čestice praha. Pelud je lako nabaviti kod pčelara.

### Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 2.1.3:

Određivanje gustoće tekućina predviđeno kao pokus br. 1 u ovoj jedinici predstavlja dobar primjer kako učenici eksperimentalnim radom mogu razviti prirodo-znanstveni pogled. U pokusu su navedene tri tekućine: mlijeko, etanol i benzen, a nadarenim učenicima se zadatak može proširiti na niz drugih lako dostupnih tekućina.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

U svrhu upoznavanja općenitih didaktičko-metodičkih uputa za rad s učenicima s teškoćama, ideje 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).

## Uvod i motivacija

Za učenike s teškoćama dobro je predvidjeti rad u skupinama kako bi suradničkim radom lakše argumentirali tvrdnje o vodi, zemlji, pitkoj vodi. Pri svemu mogu se podijeliti diferencirani zadaci (jedan učenik čita teksta po ulomcima, drugi podcrtava ključne rečenice markerom u boji, treći upisuje ključne riječi u KWL-tablicu i sl.), pratiti rad učenika s teškoćama prilikom rada u skupinama, usmjeravati njihovo aktivno sudjelovanje i uspješnost. Nakon popunjavanja tablice dobrovoljci čitaju zapisano, kada je potrebno može se usmjeriti pozornost učenika na njihove zapise, bit će zanimljivo vidjeti što su naučili novo. Učenici na spektru autizma mogu raditi u paru s nastavnikom.

Prilikom gledanja videozapisa dobro je provjeriti smjernice za rad s učenicima s teškoćama (npr. učenici s oštećenjima vida, učenici s oštećenjima sluha i dr.) prikazane u Didaktičko metodičkim uputama [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). Važno je sustavno provjeravati jesu li učenici razumjeli uputu i tekst zadatka o agregacijskim stanjima, pojasniti nove pojmove, ponoviti značenje npr. pojma "stlačivo", "nestlačivo", u protivnom učenici ne će razumjeti predložena svojstva.

## Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Neizostavno je usmjeriti pozornost učenika na inkluzivne prikaze sažetaka ključnih pojmova o tekućinama i njihovim svojstvima. Usmjerenim pitanjima potrebno je provjeriti njihovo razumijevanje, potrebno je u razred donijeti pribor i potrebne uzorke tekućina radi zornog opisivanja svojstava prema kojima ih učenici mogu jasnije razlikovati. Posebnu pozornost treba obratiti na pripremu jednostavnih zadataka usmjerenog opažanja pojedinih svojstava i radom kod kuće (npr. za napetost površine neka izvedu zadatak s vodom i spajalicom ili iglom).

U predloženoj jedinici *Tekućine i njihova karakteristična svojstva* predloženo je mnogo problemskih/računskih zadataka.

Potrebno je voditi se principom postupnosti; od lakših k težima, iznimno principom manjeg broja zadataka (2-3) podjednake težine (npr. u radu s učenicima s ADHD-om). U suradnji s nastavnikom matematike, s ciljem međupredmetne povezanosti, provjeriti koje je gradivo već obrađeno a bitno je za rješavanje zadataka u nastavi kemije. Kako bi pojedini učenik s teškoćom u razredu bio uspješan u rješavanju zadataka, potrebna je prethodna demonstracija istog tipa zadatka, potom riješiti dva do tri slična primjera, sve na satu obrade novog sadržaja.

Učenicima s oštećenjima vida (npr. slijepi učenici) ukoliko ne koriste govornu jedinicu, objasniti svaki zadatak i slikovni prikaz, u radu sa slabovidnim učenicima koristiti uvećani font (16 pt i veći), uvijek podebljana slova.

Uvijek je važno provjeriti razumijevanje sadržaja zadatka od strane učenika s teškoćama, ostvaruje se uvođenjem u postupak rješavanja zadataka, pri svakom koraku pružiti potporu. Potpora u razumijevanju zadataka ostvaruje se i perceptivnim prilagođavanjem samog teksta problemskog zadatka (oblikovanje teksta fontom Arial, veličina, 14 pt) te povećanim proredom između riječi i redaka (1,5 ili 2), s lijevim poravnanjem teksta zadatka). Za učenike s oštećenjima vida (npr. slijepi učenici) problemske zadatke potrebno je zapisati na brajici, slabovidnim učenicima potrebno je povećati veličinu slova, 16 pt i veći, uvijek podebljati slova.

Sve podatke (fizikalne veličine) zadane riječima potrebno je istaknuti i pomoću simbola. Zadane fizikalne veličine i njihove vrijednosti, kao i nepoznanice (npr. što treba izračunati u pojedinom zadatku) izdvojiti kao smjernicu u rješavanju zadatka. Istaknuta formula, pomoću koje će učenik uspješno riješiti zadani zadatak, dodatna je potpora u radu.

U radu s učenicima na spektru autizma poželjno je piktogramima, grafičkim, shematskim i slikovnim prikazima pratiti tekst zadataka.

U nastavku se nalazi *Tablica 1* s mogućnostima označavanja simbola i kemijskih veličina u nastavnoj jedinici *Tekućine i njihova karakteristična svojstva*.



Tablica 1 Podsjetnik sa simbolima

$\rho$	gustoća
$\sigma$	površinska napetost
$V$	volumen
$m$	masa

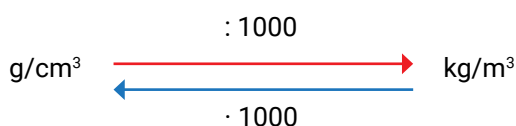
Poželjno je označavanje bojom uvesti u samom početku poučavanja novog nastavnog sadržaja te isto omogućiti u satovima vježbanja i ponavljanja te provjeravanja naučenog.

Ukoliko nastavnik primijeti da je korištenje boje distraktibilno za pojedine učenike s teškoćama pozornosti, ili učenike s poremećajem iz spektra autizma, neka koristi samo jednu boju (npr. crvena) ili samo podebljanje teksta, simbola, formule.

Kako bi učenici polučili uspjeh u rješavanju zadataka, s obzirom na prisutne teškoće pozornosti, koncentracije, teškoće radne memorije, teškoće učenja, važno je osigurati podsjetnike s računskim formulama, podacima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina, vrijednostima mjernih jedinica (*Tablica 2*). Također, u *Slici 1* prikazan je primjer podsjetnika koraka u pretvaranju fizikalnih veličina.

Tablica 2 Podsjetnik s istaknutim računskim formulama

Gustoća	$\rho = \frac{m}{V}$
Specifični toplinski kapacitet	$c = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$
Toplina	$Q = m \cdot \Delta T \cdot c$



Slika 1 Podsjetnik pretvaranja fizikalnih veličina

Ukoliko pojedini učenici s teškoćama ne uspiju riješiti točno zadani zadatak, računskog tipa, poželjno je primjer riješenog zadatka sa svim koracima rješavanja prikazati

učeniku kao oblik potpore u učenju i vježbanju. Svakako, učenicima s teškoćama treba omogućiti korištenje kalkulatora kao potporu u rješavanju zadataka računskog tipa.

Uvijek voditi brigu o produljenom vremenu koje je potrebno za rješavanje zadataka.

U poučavanju učenika s teškoćama, važno je poticati iskustveno učenje. Primjerice, u nastavnoj jedinici *Tekućine i njihova karakteristična svojstva*, prije rješavanja zadatka, demonstrirati tvari koje se spominju u zadacima, konkretno u zadacima gustoće (med, voda, stiropor, guma i dr.).

U zadacima koji zahtijevaju promatranje ili rad na grafovima (npr. fazni dijagram, očitati, zabilježiti, usporediti veličine i dr.), važno je zadane podatke, krivulje (npr. brzina istjecanja slojeva u tekućini i dr.) perceptivno označiti podebljanjem ili bojom.

U zadacima u kojima učenici dopunjavaju rečenice kratkim odgovorima, poželjno je planirati postavljanje pomoćnih/dodatnih pitanja, kao smjernicu točnom odgovoru. Pri svemu učenici moraju razumjeti značenje ključnih pojmova, potrebno je ponoviti značenje prethodno usvojenih, provjeriti značenje u pojmovniku.

U predloženoj jedinici *Tekućine i njihova karakteristična svojstva* planirana je izvedba nekoliko pokusa. Pri svakom je važno obratiti pozornost na radno mjesto na kojem sjede učenici s motoričkim oštećenjima, potrebno je osigurati pristup kolicima, osigurati korištenje pribora i kemikalija tijekom izvedbe pokusnog zadatka, spriječiti prolijevanje, prosipanje i dr.. Dobro je predvidjeti rad u paru, osobito u radu s učenicima oštećena vida ili učenicima na spektru autizma. Važno je uvijek imati na umu kako mirisi pojedinih kemikalija ili njihova tekstura mogu dodatno frustrirati pojedine učenike, no iste je moguće prevladati postupnim upoznavanjem svojstava pojedinih kemikalija.

## Završetak

Za zadatke planirane za provjeravanje naučenoga (npr. crtanje grafa, očitavanje sheme sa svojstvima, mjernim jedinicama i dr.) mogu poslužiti prethodno navedene smjernice.



## 2.2. Topljivost tvari i vrste otopina

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti pojam topljivosti tvari i utjecaj temperature na topljivost tvari
- ✓ razlikovati nezasićene, zasićene i prezasićene otopine
- ✓ iz grafičkog prikaza očitati podatke o topljivosti tvari pri određenim temperaturama

### Metodika nastave predmeta

Otopine, otapala, otopljene tvari i svojstvo topljivosti neke tvari, temeljni su pojmovi koji su razmatrani u ovoj jedinici. Razmatrajući topljivost, susrećemo se ponovo s grafičkim prikazima topljivosti u ovisnosti o temperaturi. Na crtanju, razumijevanju i interpretaciji tabličnih podataka pomoću dijagrama treba inzistirati jer se time znatno proširuje obzor učenika i uspostavlja se korelacija s matematikom i drugim prirodoslovnim strukama. Crtanje grafikona treba izvježbati olovkom na milimetarskom papiru i također koristeći digitalne alate, npr. u Excelu ili koristeći Meta-Chart (<http://e-laboratorij.carnet.hr/meta-chart-izradite-grafikone-bez-muke/>) ili neki drugi alat kojega se može naći na mrežnim stranicama.

Ova jedinica obiluje takvim zadacima u kojima učenici mogu izvježbati crtanje grafikona. Drugi tip zadataka koji se nalaze u ovoj jedinici su računski zadaci s masenim udjelima topljive tvari.

Razmatrajući pitanje zašto se neke tvari otapaju endotermno, a neke egzotermno, učenici se ponovno susreću s pojmom entalpije kristalne rešetke i entalpije solvatacije odnosno hidratacije, te s interpretacijom entalpijskog dijagrama.

Predviđeni pokus je kreativan jer od učenika očekuje da na temelju naučenih činjenica pronađe odgovarajuću tvar i izvede pokus s jastučićem za grijanje.

Povezano s pitanjem topljivosti tvari u otapalu, obrađeni su pojmovi zasićene, nezasićene i prezasićene otopine. Nakon topljivosti krutina, razmotrena je i topljivost plinova u ovisnosti o tlaku plina (Henryjev zakon), prirodi plina te temperaturi nastale otopine. Ova tema je također popraćena grafikonom ovisnosti koncentracije plina u otopini u ovisnosti o tlaku za različite plinove. Grafikon je pogodan za objašnjenje ronilačke (dekompresijske) bolesti i problema koji nastaju ronjenjem na većim dubinama i brzim izranjanjem. Razumijevanje ovih problema može pomoći učenicima u odgovornom ponašanju u dubinama mora.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Sad me vidiš, sad me ne vidiš: <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/sad-me-vidis-sad-me-ne-vidis/>

Žlica soli – manje ili više: <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/zlica-soli-manje-ili-vise/>

Vatra i led: (još se ne nalazi na mrežnoj stranici) <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

Previše ili premalo energije: (još se ne nalazi na mrežnoj stranici) <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

Promjene agregacijskih stanja: (još se ne nalazi na mrežnoj stranici) <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

## Poticanje prirodoznanstvenog pristupa

### Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 2.2.1:

Ukoliko se učenici nisu susreli s grijaćim ili s rashladnim tijelom u prvom modulu u jedinici 1.3 Entalpija, korisno je nakon pregledavanja poveznice preporučene u ovoj jedinici u trgovini sportskom opremom kupiti spomenute pakete i samostalno provesti eksperiment. To su vrećice u kojima se ne nalaze nagrizajuće tvari, a koriste se u slučajevima potrebe napr. brzog zagrijavanja sportaša u snijegu ili brzog hlađenja iščašenog koljena na sportskom terenu. Darovite učenike se može zadužiti da među tabeliranim podacima pronađu i druge tvari koje bi mogle poslužiti na sličan način, te prodiskutirati njihovu moguću primjenu.

### Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 2.2.2:

U jedinici je prikazana tablica topljivosti različitih tvari u ovisnosti o temperaturi. Da bi se kod učenika razvilo prirodo-znanstveni pristup mjerenju i obradi podataka, preporučljivo je da učenici verificiraju tu tablicu i nacrtaju vlastiti grafikon te usporede

tabelirane podatke s podacima koje su sami dobili. Darovite učenike dobro je naučiti kako izračunati pogriješku kod vlastitih mjerenja i odstupanje od tabeliranih vrijednosti.

### **Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 2.2.3:**

O topljivosti plinova učenici će dobiti potvrdu na kvalitativan i semikvantitavan način jednostavnim pokusom. Neotvorenu bocu gazirane vode za piće prvo zamrznuti. U trgovini neka potraže vodu koja ima deklariranu veću količinu otopljenog  $\text{CO}_2$ . Nakon što je voda smrznuta, bocu odčepiti i na otvor učvrstiti balon iz kojega je što je moguće više istiskan zrak. Bocu s vodom ostaviti na sobnoj temperaturi; što je sobna temperatura viša, pokus će bolje uspjeti jer će veća količina  $\text{CO}_2$  izlaziti iz vode. Povremeno bocu protresti tako da se što prije izjednači temperatura vode s temperaturom zraka. Pritom će se balon postepeno napuhavati. Kada su temperature izjednačene, skinuti balon pazeći da  $\text{CO}_2$  koji je bio otopljen u vodi, a sada se nalazi u djelomično napuhanom balonu, ne bude ispušten u atmosferu. Semikvantitativan rezultat može se dobiti tako da se izmjeri volumen djelomično napuhanog balona uranjanjem u dovoljno veliku menzuru napunjenu vodom i mjerenjem istisnutog volumena vode. Imajući na umu da je tlak u balonu jednak atmosferskom tlaku, moguće je izračunati masu  $\text{CO}_2$  koji je bio otopljen u boci s gaziranom vodom.

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

### **Uvod i motivacija**

Povezano s motivacijom potaknite učenike na raspravu o potrebi korištenja grijača za ruke, ukoliko netko od roditelja učenika posjeduje grijače za ruke, zamolite učenike da ih donesu u školu, neka grijači putuju od ruke do ruke, potom neka učenici u paru razmijene iskustva.

### **Razrada sadržaja učenja i poučavanja**

U DOS-u *Topljivost tvari i vrste otopina* prevladavaju zadaci istraživačke nastave, važno je u svakom od istraživačkih zadataka osigurati tri osnovne etape: evokacija, razumijevanje značenja, refleksija. Kako bi u nastavi inkluzivnog razreda otkrivanje istraživačkih pitanja bilo olakšano, značajno je osigurati promatranje, dokumentiranje onoga što učenici promatraju, razmjenu opaženog u paru ili skupini te zapisivanje i izvješćivanje. Pri svemu je važno osigurati svakom učeniku s teškoćom aktivno sudjelovanje u svim etapama rada, uvijek u skladu s njihovim individualnim sposobnostima.

Upute za rad na zadacima računanja prikazane u jedinici *Tekućine i njihova karakteristična svojstva* mogu se primijeniti i u ovoj jedinici. Poželjno je da učenici s teškoćama zadatke (inkluzivni prikaz) rješavaju s vršnjakom ili s nastavnikom.

Sigurni smo kako će inkluzivni prikaz tekstova i zadataka postati glavni izvor za učenje svim učenicima razreda! U nastavku se nalazi *Tablica 3* s mogućnošću označavanja simbola i kemijskih veličina u nastavnoj jedinici *Topljivost tvari i vrste otopina*.

Tablica 3 Podsjetnik sa simbolima

$m$	masa
$w$	maseni udio
$N$	broj

U nastavnoj jedinici *Topljivost tvari i vrste otopina*, pojavljuju se fizikalne veličine, usvojene i u prethodnim (testnim) nastavnim sadržajima (npr. masa). Stoga, kako bi učenici s teškoćama postigli uspjeh u rješavanju zadataka, s obzirom na prisutne teškoće pozornosti, koncentraciji, teškoćama radne memorije, teškoćama učenja, važno je osigurati podsjetnike s računskim formulama, podacima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina, vrijednostima mjernih jedinica kako slijedi (Tablica 4).

Tablica 4 Podsjetnik s istaknutim računskim formulama

$\text{Topljivost} = \frac{100 \cdot w}{1 - w}$	toplјivost
---	------------

U poučavanju učenika s teškoćama, važno je poticanje učenja utemeljenog na iskustvima učenika. Primjerice, u ovoj nastavnoj jedinici, prije rješavanja zadatka, mogu se demonstrirati tvari koje se spominju u zadatku. Poželjno je i izvođenje pokusa kojima se može riješiti zadatak, primjerice sam pojam kristalizacije.

U zadacima koji sadrže izračun masenog udjela neke tvari ili spoja, važno je učenike podsjetiti na pravilo preračunavanja postotka u prirodni broj i obrnuto. Također, važna je potpora pri preračunavanju manje jedinice u veću te veće jedinice u manju (npr. g u kg/kg u g), uvijek se preporučuje korištenje podsjetnika, npr. tablice za pretvaranje veličina iz prethodne jedinice.

Simulaciju otapanja soli i dr. potrebno je povezati s radom zimske službe u kraju u kojem se nalazi škola, može se organizirati posjeta stručnjaka iz spomenute službe, neka učenici pripreme pitanja unaprijed.

Kratke videozapise (npr. hidratacija natrijevog iona, kloridnog iona) potrebno je gledati uz opisivanje, pridružiti sažeti prikaz (2-3 kratke rečenice).

Uvijek voditi brigu o produljenom vremenu koje je potrebno za rješavanje zadataka, ponekad izvedbu pokusa, osigurati opetovano gledanje videozapisa, uvijek uz komentar nastavnika.

### Završetak

U zadacima za provjeravanje naučenoga unaprijed provjeriti razumijevanje, uvijek uz zadatak pridružiti i uputu za rješavanje, osigurati uvid u način rješavanja zadataka, ukoliko su učenici pogriješili.



### 2.3. Iskazivanje sastava otopina

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ izračunati maseni udio tvari
- ✓ pripremiti otopine različitih masenih i množinskih koncentracija
- ✓ iskazati i izračunati molalnost otopine

#### Metodika nastave predmeta

Razmišljanja o vodi koja prekriva 70% planeta i o njezinom kružnom toku u prirodi predstavlja uvod u ovu jedinicu. Međutim, kako se u svakodnevnom životu koriste otopine koje želimo da imaju određeni kvantitativan sastav, potrebno je taj sastav izraziti na standardan način.

Kroz zadatke treba utvrditi kako izraziti maseni i množinski udio otopljene tvari u ukupnoj masi otopine, kako izraziti masenu i množinsku koncentraciju otopljene tvari u volumenu otopine, te na kraju molalnost. Stoga prethodno treba podsjetiti na poznate pojmove mase, volumena, množine, postotka i promila. Učenike je važno informirati da uz maseni i množinski udio kemičari određuju također volumni udio i volumnu koncentraciju za tekuće smjese, što je u jedinici spomenuto, ali nije razrađeno. Razlog zbog kojega su volumni udio i volumna koncentracija ispušteni, opravdan je na ovoj razini učenja kemije. Naime, nije uputno upuštati se u definiranje volumnog udjela jer volumen koji zauzima jedna tekućina kao čista nije jednak volumenu koji zauzima

nakon što se pomiješa s nekom drugom tekućinom. Razlog za takvo ponašanje nalazi se u međumolekulskim vezama i pakiranju molekula otapala koje se u smjesi može razlikovati od pakiranja u čistom otapalu.

Uz računske zadatke, predviđeno je i praktično pripremanje otopine zadane masene i množinske koncentracije. Radi pravilnog očitavanja volumena tekućine u menzuri treba podsjetiti na konveksne i konkavne plohe koje se pojavljuju uz rub odmjerne tikvice u kojoj se nalazi tekućina, što je bilo objašnjeno u prvoj jedinici ovog modula.

Neku novu otopinu zadane koncentracije može se prirediti i tako da se stara otopina poznate koncentracije ili razrijedi ili koncentrira. U takvom slučaju ne mijenja se masa odnosno množina otopljene tvari, ali svi drugi parametri stare otopine se mijenjaju: koncentracija otopljene tvari te volumen i masa otopine. Kod ovakvih zadataka učenici moraju biti spretni u preračunavanju fizikalnih veličina.

Za darovite učenike predviđeno da im se ponudi da naprave otopine različitih boja koristeći soli prijelaznih metala. S obzirom da su to učenici koji žele znati više o kemiji, na takvim otopinama mogu proučiti različita ionska stanja prijelaznih metala i o tome pripremiti predavanje za ostatak razreda.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Stehiometrija kemijske reakcije: <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/stehiometrija-kemijske-reakcije/>

Kemijski račun: još se ne nalazi na mrežnoj stranici: <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

## **Poticanje prirodoznanstvenog pristupa**

### **Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 2.3.1:**

Razvitku prirodo-znanstvenog pristupa i laboratorijske spretnosti značajno će pridonijeti praktična verifikacija bilo kojeg od zadataka već navedenih u ovoj jedinici i u jedinici 2.2. Topljivost tvari i vrste otopina, a u kojem treba proračunati maseni udio ili stupanj zasićenosti otopine.

### **Primjer prirodo-znanstvenog pristupa 2.3.2:**

Kao i kod predhodnog primjera, na prirodo-znanstveni pristup će kod učenika također znatno utjecati i laboratorijska verifikacija zadataka koji se odnose na pripremu otopina razrjeđivanjem.



## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Na početku susreta može se evocirati iskustvo svih učenika, pitati ih jesu li i kada koristili kapi za nos, oči ili su možda primili infuziju? Ako da, kojim povodom.

Nakon uvodnih iskustvenih asocijacija dobro je sažeti dobre razloge, usmjeriti pozornost učenika na uvodne fotografije.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

U svrhu računanja udjela dobro je pripremiti karticu s podsjetnikom o izračunavanju masenih udjela.

Unaprijed riješiti 2-3 zadatka, istaknuti podebljanjem ključne pojmove, pripremiti tablicu s masenim udjelima nekih otopina koje učenici mogu vidjeti u domaćinstvu, kozmetici, sredstvima za čišćenje i sl.

U dijelu rješavanja zadataka preporučuje se pogledati detaljne upute za prilagodbu koja se nalazi uz jedinicu *Tekućine i njihova karakteristična svojstva*.

Ovdje navodimo *Tablicu 5* s mogućnostima označavanja simbola i kemijskih veličina u DOS jedinici *Iskazivanje sastava otopina te Tablicu 6* kao *Podsjetnik s istaknutim računskim formulama*. U radu s učenicima s teškoćama potrebno je osigurati korištenje kalkulatora, za rješavanje zadataka planirati produljeno vrijeme rada.

Tablica 5 Podsjetnik sa simbolima

$w$	maseni udio
$\gamma$	masena koncentracija
$n$	množina
$c$	množinska koncentracija
$V$	volumen
$b$	molalnost
$m$	masa

U DOS jedinici pojavljuju se i fizikalne veličine, usvojene i u prethodnim sadržajima (npr. masa, volumen, maseni udio, množina). Važno je pri zadavanju zadataka, provjeriti razumijevanje, osigurati ponavljanje i mogućnosti primjene svih fizikalnih veličina te koristiti kartice s podsjetnikom na te veličine. Simbole, označene grčkim alfabetom, učenici s teškoćama trebaju samo upoznati i naučiti izgovor slova, a tu potporu može pružati nastavnik. Primjerice, učenik pri učenju zapisuje i izgovor slova/simbola (npr.  $\gamma$  (gama)).

Tablica 6 Podsjetnik s istaknutim računskim formulama

$w(X) = \frac{m(X)}{m(\text{otopina})}$	maseni udio
$\gamma(X) = \frac{m(X)}{V(\text{otopina})}$	masena koncentracija
$c(X) = \frac{n(X)}{V(\text{otopina})}$	množinska koncentracija
$b(X) = \frac{n(X)}{m(\text{otapala})}$	molalnost

### Završetak

Radom s učenicima s teškoćama, radom s vršnjakom, možda i s učenicima mentorima (vješti učenici viših razreda s empatijom za pružanje potpore) poželjno je osigurati uvođenje u preračunavanje fizikalnih veličina za pripremu otopina različitih koncentracija, udjela i gustoće. Budući da se u radu koristi zanimljiva interaktivna poveznica pretpostavka je da će pojedini učenici s teškoćama postupno unaprijediti vještine snalaženja, neki i do razine samostalnosti.

U svim fazama rada, u svim aktivnostima uvijek je važno voditi brigu o produljenom vremenu rada koje je potrebno za rješavanje zadataka, ponekad izvedbu pokusa, opetovano gledanje videozapisa, uvijek uz komentar nastavnika.



## 2.4. Koligativna svojstva otopina

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti koligativna svojstva (tlak pare, sniženje ledišta, povišenje vrelišta, osmotski tlak)
- ✓ naglasiti važnu ulogu difuzije i osmoze u živome svijetu
- ✓ prepoznati koligativna svojstva na primjerima
- ✓ izračunati osmotski tlak otopina
- ✓ izračunati promjenu ledišta (vrelišta) koju će izazvati otapanje određene količine tvari u određenome otapalu

### Metodika nastave predmeta

Kao uvod u koligativna svojstva otopina iskorištene su činjenice da zimi solimo ceste kako bi se snizila točka ledišta vode na cesti, a u hladnjak motora sipamo smjesu vode i etilen glikola kako se rashladni sustav motora tijekom mirovanja ne bi zaledio. Tema jedinice je utjecaj broja otopljenih čestica nehlapljivih otopljenih tvari na svojstva otopina. Koligativna svojstva obrađena su sljedećim redom: sniženje tlaka para, osmotski tlak, povišenje vrelišta i sniženje ledišta otopine.

Sniženje tlaka para objašnjeno je pomoću Raoultovog zakona u kojemu je utvrđeno da je tlak para otapala u kojemu je otopljena neka tvar, niži od tlaka para čistog otapala, a koliko je niži, ovisi o množinskom udjelu otapala. U slučaju smjese hlapljivog otapala

i hlapljive otopljene tvari govori se o parcijalnim tlakovima pojedinog sastojka u smjesi. Dakle ukupan tlak para iznad smjese jednak je zbroju parcijalnog tlaka otapala i parcijalnog tlaka otopljene tvari. Međutim na ovoj razini učenja kemije u razmatranje uzimamo samo nehlapljive tvari, pa nema potrebe govoriti o parcijalnom tlaku otapala, nego samo o tlakovima para otapala čistog i otapala u kojemu je otopljena netopljiva tvar. Upravo smanjenje tlaka otapala iznad smjese, dovodi do pojave povišenja vrelišta i sniženja ledišta. Dakle, strogo gledano ova dva svojstva nisu nezavisna svojstva otopina, nego ovise o jednom svojstvu i posljedica su tog jednog svojstva, a to je tlak para. Sniženje tlaka para otapala iznad smjese jednostavno je objašnjeno konkurencijom molekula na površini otopine. U slučaju otopine, na površini se nalazi manji broj čestica otapala nego li u slučaju čistog otapala, pa ih se i u pari iznad otopine nalazi manji broj, pa je i njihov tlak manji.

Osmoza je posebno svojstvo otopina. To je tlak koji je potreban da se uspostavi ravnoteža između dviju otopina različitih koncentracija ČESTICA odvojenih polupropusnom membranom. Treba naglasiti da je ovdje riječ o koncentraciji čestica, a ne o masenoj ili množinskoj koncentraciji otopljene tvari u volumenu otopine. To znači da u obzir treba uzeti je li otopljena tvar disocira ili ne disocira, a ako disocira koliki je taj stupanj disocijacije. Te informacije udružuje van't Hoffov koeficijent. On ovisi o broju iona na koji elektrolit disocira u otopini i odnosu broja disociranih molekula prema ukupnom broju molekula elektrolita prisutnih u otopini. U slučaju ionskih spojeva, taj koeficijent ovisi samo o broju iona na koji elektrolit disocira, jer je disocijacija ionskih spojeva u vodi potpuna.

Objašnjenja su popraćena računskim zadacima, a korišten je i fazni dijagram vode. Rješavajući zadatke, prilika je da učenici vježbaju pretvaranje jedinica, računanje s potencijama broja deset i da vježbaju procjenjivanje rezultata bez oslanjanja na kalkulator.

Kod sniženja ledišta, korisno je naglasiti praktično značenje posipanja cesta solju i činjenicu da se u nekim zemljama izbjegava soljenje cesta. To nije samo zbog ekoloških razloga, nego i zbog kemijskih razloga jer na vrlo niskim temperaturama ceste će se svejedno zalediti. Naime, bez obzira na količinu potrošene soli, temperatura ledišta može se sniziti samo u ograničenim vrijednostima.

Projekt koji se može ponuditi učenicima koji žele znati više kemije može uključiti istraživanje o smjesi za posipanje cesta u zimskim uvjetima. Pokusom mogu odgovoriti na pitanja na kojoj temperaturi se smrzava zasićena otopina NaCl, a na kojim temperaturama 10% i 20%-tna otopina. Do koje temperature ima smisla posipati ceste protiv poledice i kako to ovisi o postotku soli? S čime se NaCl miješa da bi se postigle još niže temperature ledišta na cesti, a da je to komercijalno isplativo?

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Više je niže: <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/vise-je-nize/>

Putovanja jedne molekule: još se ne nalazi na mrežnoj stranici: <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

## Poticanje prirodoznanstvenog pristupa

Za ilustraciju osmotskog tlaka vrlo dobro može poslužiti pokus posuđen iz biologije, budući da korijenje biljaka absorbira vodu pomoću osmoze. Ako je koncentracija vodene otopine izvan korijena veća od koncentracije otopine u korijenu, pojavit će se osmoza i biljka će upijati vodu sve dok se ne uspostavi ravnoteža tlakova. Darovite učenike treba uputiti da prouče osmozu kod životinja i objasne zašto stare rane mogu reagirati na promjenu vremena, te objasne postupak konzerviranja hrane usoljavanjem.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Koristeći se tehnikom Razmisli/razmijeni u paru korisno je potaknuti učenike da razmjene informacije o korisnosti antifriza u automobilima njihovih roditelja, sve uz pretpostavku prikupljanja informacija. Pojedini učenici mogu posjetiti najbližu benzinsku stanicu ili prodavaonicu s auto-dijelovima i donijeti mobitelom slikanu deklaraciju. Pri svemu je važno upozoriti učenika na otrovnost antifriza za ljude i životinje.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Interes učenika s teškoćama potaknite radom u paru, malim skupinama ili kao generalizaciju neka pročitaju sažete i semantički pojednostavljene tekstove o tlaku para tekućine, osmotskom tlaku, hidrostatskom tlaku. Korisno je potaknuti učenike da pročitaju tekst i u svrhu najave novog sadržaja.

U uvođenju učenika u rješavanje zadataka računanjem značajne su upute prikazane u DOS jedinici *Tekućine i njihova karakteristična svojstva*.

Ovdje prikazujemo *Tablicu 7* s mogućnostima označavanja simbola i kemijskih veličina u DOS jedinici *Koligativna svojstva te Tablicu 8 i Podsjetnik sa simbolima*.

Tablica 7 Tablica sa simbolima i kemijskim veličinama

$p = \chi_0 \cdot p^0$	Raoultov zakon
$p = \rho \cdot g \cdot h$	Hidrostatski tlak
$\Pi = i \cdot c \cdot R \cdot T$	Osmotski tlak
$\Delta T = i \cdot K_b \cdot b$	Povišenje vrelišta
$\Delta T = i \cdot K_f \cdot b$	Sniženje ledišta

Tablica 8 Tablica sa simbolima

$p$	tlak para iznad otopine
$\chi_0$	množinski udio otapala
$p^0$	tlak para čistog otapala
$\rho$	gustoća vodene otopine
$g$	gravitacijsko ubrzanje ( $9,81 \text{ m s}^{-1}$ )
$h$	visina stupca
$\Pi$	osmotski tlak
$i$	van't Hoffov koeficijent
$c$	množinska koncentracija otopine
$R$	opća plinska konstanta
$T$	termodinamička temperatura
$\Delta T$	povišenje vrelišta otopine/ sniženje ledišta otopine
$K_b$	ebulioskopska konstanta otapala
$K_f$	krioskopska konstanta otapala
$b$	molalnost

Pri svemu su važne kratke i jasne uputa u rješavanju svih tipova ponuđenih zadataka, kako bi učenici s teškoćama razumjeli sadržaj i načine rješavanja pojedinih zadataka. U tome mogu značajno pomoći primjeri riješenih zadataka po koracima.

Ukoliko pojedini učenici ne uspiju točno riješiti zadani zadatak računskog tipa, poželjno je da se primjer riješenog zadatka sa svim koracima rješavanja, prikaže učeniku kao potpora u učenju i vježbanju. Svakako, većini učenika potrebno je omogućiti korištenje kalkulatora kao potporu u rješavanju zadataka računskog tipa. Pri svemu ne smije izostati pohvala za uloženi trud učenika, vrednovanje postupka rješavanja zadataka.

Korisno je voditi brigu o produljenom vremenu koje je potrebno za rješavanje zadataka, ponekad izvedbu pokusa, opetovano gledanje videozapisa, uvijek uz komentar nastavnika.



I učenici s teškoćama pokazuju interes i znatiželju za dodatnim aktivnostima “za znatiželjne” usmjerenim na otkrivanje novih spoznaja. Niti tada ne smiju izostati preporučene prilagodbe (grafičke, struktura teksta, uvođenje u rješavanje zadataka). Učenici s teškoćama mogu se uključiti u istraživanje sastava smjese za posipavanje kolnika i pločnika zimi, uvijek uz prikladne smjernice i oblike rada (npr. tim za zimsku službu)

Kada se u jedinicama pojavljuju semantički složeni pojmovi, primjerice ebulioskopska konstanta otapala ili molalna konstanta povišenja vrelišta, krioskopska konstanta otapala ili molalna konstanta sniženja ledišta naglasak interes učenika potaknite usmjeravanjem učenika na iskustvene i životne situacije. Odlično je postaviti problemsko pitanje na način: Mogu li se ceste mogle šećeriti, a ne soliti?

### Završetak

Dodatno, na vidljivom mjestu u učionici, bilježnici učenika, karticama za ponavljanje potrebno je, istaknuti završni grafički prikaz koligativnih svojstava otopina, može pomoći kao podsjetnik za ponavljanje.



## 2.5. Svojstva koloidnih otopina

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ istražiti svojstva, sastav, vrstu i dobivanje koloidnih sustava
- ✓ objasniti koloidne sustave na primjerima
- ✓ povezati utjecaj različitih čimbenika sa stabilnosti koloidnih sustava
- ✓ kritički razmotriti utjecaj koloidnih sustava na život čovjeka i okoliš

### Metodika nastave predmeta

Kao uvod u širinu primjene koloidnih otopina i njihovo prisustvo u svakodnevnom životu, prikazan je niz fotografija tvari koje su po svojoj prirodi koloidi. Upoznavanje s koloidima započinje s pokusom u kojem učenici trebaju uočiti razliku između prave otopine, grubo disperznog sustava ili suspenzije i koloidnog sustava, ovisno o veličini čestica disperzne faze koje se nalaze u disperznom sredstvu. Kao ilustracija prave otopine, suspenzije i koloidnog sustava postoji niz dobrih videozapisa, npr.:

[https://www.youtube.com/watch?v=b3HS\\_woWaJQ](https://www.youtube.com/watch?v=b3HS_woWaJQ)

<https://www.youtube.com/watch?v=UkBte8AwxHA>

<https://www.youtube.com/watch?v=UktHPe4oQLc>



U literaturi postoje različiti izbori graničnih veličina koloidnih čestica. Međutim, na adresi e-Škole <http://eskola.chem.pmf.hr/odgovori/odgovor.php3?sif=1693> može se naći dobro mišljenje o tome:

“Nastavnici u školama vole inzistirati na definicijama tipa ‘Koloidni sustavi su disperzni sustavi s veličinama čestica od ... do ...’, no ja mislim da to nije bit stvari. Bitno je znati ovo: Suspenzije su disperzni sustavi s najgrubljim (najvećim) česticama. Te čestice predstavljaju zasebnu fazu. Čvrstu tvar iz tekućih suspenzija možemo odijeliti filtracijom ili taloženjem. Primjer suspenzije je suspenzija kakaa ili smrvljene krede u vodi.”

U sljedećem koraku učenike se upoznaje s različitim tipovima koloida – pjenom, čvrstom pjenom, aerosolom, emulzijom, gelom, solom i čvrstim solom, ovisno o agregacijskim stanjima u kojima se nalaze disperzno sredstvo i disperzna faza.

Usustavljivanje pojma koloidnih sustava nastavlja se obradom njihovih svojstava: Tyndallovog fenomena, koagulacije, elektroforeze, Brownovog gibanja, difuzije, ultrafiltracije i dijalize.

Za ilustraciju proučavanih svojstava koloidnih otopina postoji niz dobrih videozapisa na mrežnim stranicama, npr.:

za Tyndallov efekt:

<https://www.youtube.com/watch?v=V7eqD-Jw6m4>

<https://www.youtube.com/watch?v=NxldP1wK-f4>

<https://www.youtube.com/watch?v=NaURE8gTXqk>

<https://www.youtube.com/watch?v=sGTjd9WBVeQ>

za koagulaciju:

<https://www.youtube.com/watch?v=71GNTwUuaNI>

<https://www.youtube.com/watch?v=hboL5krzK5k>

za elektroforezu:

[https://www.youtube.com/watch?v=f-\\_8eT4wt5Q](https://www.youtube.com/watch?v=f-_8eT4wt5Q)

za Brownovo gibanje:

<https://www.youtube.com/watch?v=hy-clLi8gHg>

[https://www.youtube.com/watch?v=VDOWS\\_JBCfw](https://www.youtube.com/watch?v=VDOWS_JBCfw)

Isto tako se na mrežnim stranicama može pronaći niz jednostavnih eksperimenata koji prikazuju i ostala navedena svojstva koloidnih sustava, što se može u razredu ponoviti bilo kao demonstracijski pokus, bilo kao učenički pokus.

U ovoj jedinici je predložen pokus u kojem učenik može pripremiti želatinu koju se može objasniti kao hidrofilni koloidni gel.

U drugom predloženom pokusu ispituje se mlijeko. Na razrijeđenom mlijeku može se pokazati Tyndallov efekt, ali u ovom pokusu cilj je pokazati da je mlijeko emulzija. Zakiseljavanjem se istaloži kazein i dobije se sir. Biuret reakcijom treba dokazati da je to protein. Međutim u filtratu (sirutki) također ima proteina (albumin) kojega se izdvoji zagrijavanjem sirutke. Na taj način dobije se skuta (engl. *albumin cheese*).

U jedinici je navedeno niz primjena koloida. Među njima treba naći primjere koje učenici mogu istražiti pregledom mrežnih stranica, a ambiciozniji nastavnici i učenici mogu ih proučiti izvodeći pokuse. Naročito pogodni za eksperimentalnu fazu u kojoj mogu proučiti dobivanje koloida su koloidi iz segmenta prehrane, npr. sladoled, majoneza, maslac itd.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Magla svuda, magla oko nas (Koloidni sustavi): <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/magla-svuda-magla-oko-nas-koloidni-sustavi/>

Putovanja jedne molekule: još se ne nalazi na mrežnoj stranici: <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

### **Poticanje prirodoznanstvenog pristupa**

Darovite učenike koji osim interesa za kemiju imaju interesa za tehniku, moguće je angažirati oko izrade uređaja za elektroforezu i izvedbe mjerenja pomoću tog uređaja. Detaljne upute je moguće naći na poveznici <http://www.instructables.com/id/Building-and-Running-a-Homemade-Agarose-Gel-Electr/>. Materijal za ovaj eksperiment ne uključuje nagrizajuće tvari niti predstavlja opasnost za zdravlje. Eksperiment i izrada uređaja predviđena je za učenike srednje škole koji se žele eksperimentalno susresti s načelima molekularne genetike, a da pritom nije neophodno raspolagati specifičnim laboratorijskim vještinama niti poznavati zakonitosti molekularne genetike. Na istoj poveznici moguće je također naći upute kako interpretirati dobivene rezultate mjerenja. Cijena potrebnog materijala je reda veličine nekoliko stotina kuna, ovisno o tome s koliko i kakvog laboratorijskog pribora raspolaže školski laboratorij. Ako će eksperiment biti izveden više puta, svaki puta u račun treba predvidjeti trošak za novih 5 baterija od 9 volta. Kada je uređaj izrađen, jedno mjerenje traje oko sat i pol.

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

#### **Uvod i motivacija**

DOS jedinica je vrlo životna, korisno je uključiti učenike s teškoćama da na početku jedinice, s popisa namirnica iz skupine koloidnih sustava zaokruže one koje najviše vole, jesti ili piti.

## Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Može se pružiti prilika da učenici s teškoćama aktivno promatraju i sudjeluju u izvedbi pokusa u učionici. Prilikom izvedbe važna je potpora učenicima radom uz nastavnika, a može i radom u paru s vršnjakom.

Potrebno je prilikom rješavanja zadataka s dopunjavanjem, odgovorima na pitanja unaprijed provjeriti razumijevanje. U koliko je potrebno usmjeriti pozornost na korištenje pojmovnika, saznaj više, ili kratko ponavljanje definicije i pravila iz prethodne jedinice ili razreda, primjerice filtracija, homogena, heterogena smjesa, dekantiranje i sl.

Tijekom učenja poželjno je usmjeriti pozornost na čitanje tekstova s prilagodbama strukture teksta, grafičkim prilagodbama istaknutima u inkluzivnom prikazu. Neka se pitanja za provjeravanje naučenoga u jedinici uvijek temelje na sažetim tekstovima.

U radu s učenicima s teškoćama uvijek treba voditi brigu o produljenom vremenu koje je potrebno za rješavanje zadataka, ponekad izvedbu pokusa, opetovano gledanje videozapisa, uvijek uz komentar nastavnika.

U aktivnostima čitanja i rješavanja interaktivnih zadataka uvijek potaknite rješavanje zadataka radom u paru, malim heterogenim skupinama, prema potrebi i u paru s nastavnikom, što je osobito prikladno u radu s učenicima s poremećajem iz spektra autizma.

Gledanje fotografija s primjerima koloida (pjena, aerosol, emulzija i dr.) dobro je povezati sa svakodnevnim životom, predmetima koji svoju uporabnu vrijednost nalaze u obiteljskom domaćinstvu, školi.

Princip rada sapuna primjenom [Nacionalnog portala za učenje na daljinu Nikola Tesla](#) dobro je osigurati vođenim gledanjem po etapama, s mogućim pitanjem unaprijed: Što će se dogoditi?

Posebna pozornost može se obratiti analizi virtualnog laboratorija, materijala za forenzičare, tema je zanimljiva i zasigurno će pobuditi interes učenika. U radu s učenicima s oštećenjima vida (slijepi učenici) korisno je slikovito opisivati prostore laboratorija. Jednako tako punu pozornost posvetiti uređaju za dijalizu, unaprijed provjeriti postoje li u školi učenici, nastavnici s iskustvom odlaska na dijalizu. Pozovite ih kao goste!

## Završetak

Uspješnost učenika na završnom zadatku usporedbe koloidnih sustava s pravim otopinama i disperzijama može se osigurati radom u parovima.



**3. MODUL:**

**BRZINA I RAVNOTEŽA  
KEMIJSKIH REAKCIJA**

# 3. BRZINA I RAVNOTEŽA KEMIJSKIH REAKCIJA

## Uvod

Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima i odnosi se na treći modul nastave za drugi razred srednje škole. Treći modul nosi naslov *Brzina i ravnoteža kemijskih reakcija*. U priručniku su ukratko prikazane četiri jedinice koje su obuhvaćene trećim modulom. Kroz četiri jedinice objašnjeni su pojmovi brzine i doseg, te ravnoteže kemijske reakcije. Posebno je stavljen naglasak na uvjete koji moraju biti zadovoljeni da bi reakcija bila u ravnoteži, i što sve može utjecati na ubrzavanje ili na usporavanje kemijske reakcije. 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. Brzina kemijskih reakcija
- 3.2. Čimbenici koji utječu na brzinu kemijske reakcije
- 3.3. Ravnoteža kemijskih reakcija
- 3.4. Čimbenici koji utječu na pomak kemijske ravnoteže

## Odgojno-obrazovni ishodi na razini modula:

- ✓ uočiti zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih crtežima, tablicama i grafovima
- ✓ razviti znanstveni pogled
- ✓ razviti sposobnost rješavanja problema
- ✓ generalizirati sposobnost grafičkog prikazivanja rezultata opažanja
- ✓ razviti otvorenost prema utjecaju različitih čimbenika na ravnotežno stanje kemijskog i drugih sustava

## Metodika nastave predmeta

Nastava kemije svakako mora biti praćena pokusima koji imaju veću vrijednost ako ih izvode učenici. Za veliki broj pokusa koje se može izvesti u školi nije neophodno raspolagati sa zahtjevnom opremom, skupim kemikalijama i posebnim prostorijama. Pokuse je potrebno prilagoditi na takav način da ih učenici mogu izvoditi poštujući sva pravila sigurnosti. Nastava bez pokusa ne može biti uspješna. Međutim, samo izvođenje pokusa nije garancija da je nastava uspješna. Svaki pokus mora biti ne samo doživljen, nego i objašnjen

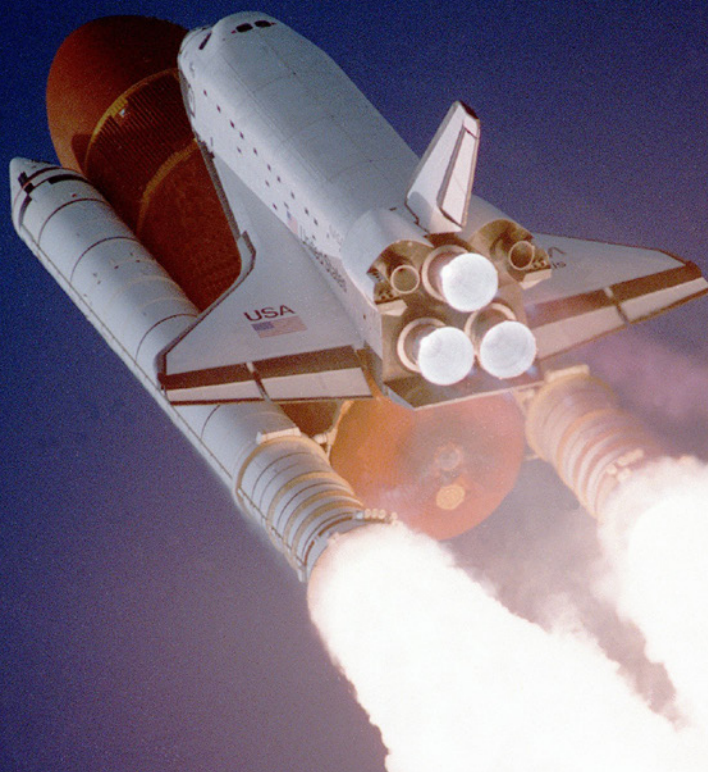
koristeći jednadžbe kemijskih reakcija. Naročito je važno, odmah nakon izvedenog pokusa i objašnjenja, provjeriti koliki je broj učenika razumio objašnjenja. Ako se ova provjera razumijevanja pokusa ne veže uz provjeru znanja i ocjenjivanje, onda se može očekivati da će učenici bez straha od loše ocjene postavljati pitanja i priznati da nešto nisu razumjeli. Takvim pristupom realno je za očekivati da kemija ne bude tretirana kao „težak predmet“ kojeg ne treba niti pokušati razumjeti. U suprotnom, dobro izvedeni pokus učenici mogu doživjeti kao mađioničarsku predstavu u kojoj se vide zanimljivi efekti, ali im ostaje nejasno kako je i zašto do njih došlo.

Kod provjere znanja pitanjima kod kojih postoji 50%-tna vjerojatnost točnog odgovora, svakako uvijek treba tražiti i objašnjenje. Tek argumentiranim odgovorom na pitanje „Zašto?“ možemo procijeniti da nije bilo pogađanja i slučajno točnog izbora.

Računski zadatci koji su uključeni u ovom modulu nisu zahtjevni s računskog aspekta. Istraživanja Nacionalnog centra za vanjsko vrjednovanje pokazala su na uzorku od 25 000 učenika da veliki broj učenika ima problema s elementarnim računskim operacijama. Zbog toga se na ovakvim jednostavnim zadacima osim kemijskih pojmova, može također uvježbavati i elementarno računanje, pretvaranje mjernih jedinica, iskazivanje zadanih podataka pomoću potencija broja deset, rad bez pomoći kalkulatora računajući napamet i „pješke“. Da učenici ne bi ovakav pristup shvatili kao uvredu jer se od njih traži nešto što „oni odavno znaju“, ovakav način rada može se prikazati kao igra i natjecanje „mozak protiv kalkulatora“ i uspoređivati rezultate dobivene kalkulatorom s onima dobivenim bez pomoći kalkulatora. Time se ostvaruje snažna korelacija s fizikom i matematikom, a nakon nekoliko sati ovakvog pristupa zadacima, i nastavnik i učenici će biti iznenađeni rezultatima.

Rješavanje računskih zadataka, prije bilo kakvih razmišljanja o tome kako zadatak riješiti, treba započeti s izlučivanjem svih podataka zadanih riječima i njihovim izražavanjem pomoću simboličkog jezika. Ta procedura kolikogod izgledala jednostavna i nepotrebna ima vrlo veliku metodičku važnost u savladavanju metodologije rješavanja zadataka! Između ostalog, vrijeme potrošeno na izlučivanje zadanih podataka, najčešće je dovoljno vrijeme inkubacije potrebno za traženje načina rješavanja zadatka.

Pri rješavanju zadataka uz numerički pristup, gdje god je to moguće, treba njegovati i grafički pristup. Takvim načinom rada njeguje se korelacija s matematikom i fizikom, a učenici uvježbavaju crtanje dijagrama koristeći digitalne alate, ali također, što je jednako važno, skiciranje dijagrama bez pomoći digitalnih alata.



### 3.1. Brzina kemijskih reakcija

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti pojam brzine kemijske reakcije
- ✓ na temelju računa odrediti doseg reakcije
- ✓ povezati doseg reakcije s množinom reakcijskih pretvorbi
- ✓ izračunati brzinu kemijske reakcije, brzinu trošenja reaktanta i brzinu nastajanja produkta
- ✓ grafički objasniti rezultate mjerenja brzine kemijske reakcije

#### Metodika nastave predmeta

Osnovna tema ove jedinice je upoznavanje pojmova brzine i dosega kemijske reakcije, te pravilnog razlikovanja tih dvaju pojmova. Brzinu kemijske reakcije lako je objasniti uspoređujući je s pojmom brzine kako je proučavana u fizici i provodeći analogiju između gibanja tijela, tj. promjene položaja tijela u prostoru i promjene koncentracije reaktanata/produkata u kemijskoj reakciji. Dakle, kao što u fizici brzina gibanja opisuje napredovanje tijela s vremenom, u kemiji će brzina kemijske reakcije opisivati napredovanje kemijske reakcije s vremenom. Postavlja se pitanje kako brzini kemijske reakcije pridijeliti njezino fizičko značenje? Za to će poslužiti pojam *dosega*.

Pojam dosega je utoliko teže objasniti što nema analognog pojma u fizici, nego je to karakterističan pojam vezan uz kemijske reakcije. Korištenje čestičnog pristupa će znatno olakšati razumijevanje ovog pojma. Kemijsku reakciju u kojoj ne vidimo što se događa s pojedinom česticom u reakcijskom volumenu, ne treba promatrati kao neku količinu reaktanata od kojih nastaje neka količina produkata. Reakciju treba analizirati na razini pojedine čestice i pitati se koliko je čestica reaktanta, od svih onih čestica prisutnih u reakcijskom volumenu, pretrpjelo promjenu. Postavlja se dakle pitanje koju je množinu jediničnih pretvorbi reaktant doživio. Zbog toga je uveden pojam dosega reakcije koji pokazuje množinu jediničnih pretvorbi promatranog reaktanta, odnosno sudionika u kemijskoj reakciji. Naime, na sličan način moguće je izračunati doseg reakcije za svakog sudionika promatrane reakcije, kako za svakog reaktanta, tako i za svakog produkta u nekoj kemijskoj reakciji. Doseg neke kemijske reakcije, kao fizičku veličinu, moguće je izračunati kao kvocijent množine promatranog sudionika kemijske reakcije i stehiometrijskog koeficijenta tog istog sudionika.

Za istu reakciju doseg će biti jednaki, bez obzira računamo li preko reaktanata ili produkata. Za izraz "doseg reakcije" ponekad se koristi izraz "napredak reakcije".

Nakon definiranja dosega, moguće je i brzini kemijske reakcije pridijeliti njezino fizičko značenje i to kao kvocijent dosega reakcije i vremena tijekom kojega je reakcija tekla.

Mjerna jedinica za doseg reakcije je mol, kao i za množinu tvari. Budući da množinu tvari u reakciji nije lako mjeriti, često se brzina reakcije izražava ne pomoću dosega, nego pomoću koncentracije tvari, jer se koncentraciju lakše mjeri.

Prilikom analiziranja promjene brzine neke kemijske reakcije, te proučavanja prosječne i trenutne brzine kemijske reakcije, svakako treba uz računski pristup iskoristiti i grafički pristup, kako pomoću digitalnih alata, tako i slobodnim crtežom, tj. shematskim crtanjem grafikona. U ovoj prilici iskoristite korelaciju s matematikom i fizikom, pa čak i s likovnim odgojem i predmetom iz tehničke struke.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

**Stehiometrija kemijske reakcije:**

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/stehiometrija-kemijske-reakcije/>

**Imam sudar:**

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/imam-sudar/>

**Brz – spor (Brzina kemijske reakcije):** još se ne nalazi na mrežnoj stranici

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

**Kemijski račun:** još se ne nalazi na mrežnoj stranici

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>



Crtanje grafikona treba izvježbati olovkom na milimetarskom papiru i također koristeći digitalne alate, npr. u Excelu ili koristeći Meta-Chart (<http://e-laboratorij.carnet.hr/meta-chart-izradite-grafikone-bez-muke/>) ili neki drugi alat kojega se može naći na mrežnim stranicama.

Za učenike koje kemija posebno zanima, tema brzine i ravnoteže kemijske reakcije može biti proširena pojmom reda reakcije i rješavanjem niza zadataka priloženih na kraju ove jedinice.

### Uputa za rad s učenicima s teškoćama

U svrhu upoznavanja općenitih didaktičko-metodičkih uputa za rad s učenicima s teškoćama, ideje 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)

### Uvod i motivacija

S učenicima se ponavlja pojam **brzina kemijske reakcije** kroz primjere svakodnevnog života (*brzina u različitim sportovima*). Učenici ponavljaju definiciju brzine, oznaku te mjernu jedinicu brzine. Pojam brzine uspoređuje se s fizikalnom veličinom s kojom su se učenici susreli u fizici tijekom osnovnoškolskog te srednjoškolskog obrazovanja.

U radu s učenicima s teškoćama važno je, unutar svakog zadatka, isticanje i označavanje pojedine fizikalne veličine brzine ( $v$ ) te formula za izračunavanje. Pri zapisu istih, vodi se računa o primjerenom oblikovanju teksta (*font, veličina, razmak, prored*). U skladu s individualnim potrebama učenika s teškoćama, poželjno je isticanje bitnih podataka raznim tehnikama isticanja (*boja, podebljanje*). To je posebno važno u radu s učenicima s poremećajem pažnje i hiperaktivnosti, s učenicima s poremećajem čitanja i pisanja i dr.

Radi isticanja formule za izračun brzine, formulu prikazujemo u tankom crvenom okviru radi preglednosti prikaza i usmjeravanja pažnje učenika (*učenici sa specifičnim teškoćama učenja, učenici s poremećajem iz spektra autizma, učenici s ADHD poremećajem i dr.*). Primjeri pojma brzine u svakodnevnom životu, mogu se prikazati odabranim videozapisima ili slikovnim prikazima. Važno je voditi računa o preglednosti sadržaja videozapisa, jasnoće slikovnog prikaza. Prilikom vođenog gledanja videozapisa, pažnja učenika može se usmjeriti povremenim zaustavljanjem projekcije, sažetim ponavljanjem gledanog, postavljanjem poticajnih pitanja uz nastavak gledanja, predviđanjem mogućih reakcija, iznošenjem kratkih zaključaka. Za slijepe i slabovidne učenike, neophodno je detaljno opisati sadržaje prikazane u videozapisu ili na slikovnom prikazu. S obzirom na uvodni dio sata, u svrhu motivacije učenika za novi sadržaj, važno je poticati suradničko učenje, kako bi učenici radom u paru ili skupinama, putem unaprijed pripremljenih uloga i zadataka, dodatno istraživali primjere iz svakodnevnog života a koji prikazuju pojam brzine kemijskih reakcija.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

S učenicima je važno ponoviti pojam kemijske reakcije. Također, kao kod pojma brzine poželjno je pojam kemijske reakcije potkrijepiti primjerima iz svakodnevnog života (*npr. hrđanje, truljenje voća i dr.*).

Svaka kemijska reakcija prikazuje se kemijskom jednadžbom. S učenicima se ponavljaju pojmovi produkata i reaktanata, pri tome je poželjno usmjeriti pažnju

učenika na pojmove u pojmovniku ili opcijom ponovimo (*kratka definicija u oblaku iznad izdvojenih ključnih pojmova, može i u pojmovniku*). U radu s učenicima na spektru autizma, učenicima sa specifičnim teškoćama učenja (*poremećaj čitanja i dr.*) poželjno je vizualizirati nove i složene pojmove crtežima ili slikom. Kako bi učenici što bolje razumjeli novo gradivo poželjno je usmjeriti njihovu pažnju na ranije usvojenu jedinicu pod nazivom *Entalpija*, u toj su se DOS jedinici učenici susreli s reaktantima i produktima u kemijskim jednadžbama. U svrhu isticanja, usmjeravanja pažnje, određivanja reaktanata i produkata u kemijskim jednadžbama, pojam reaktanata označava se zelenom bojom u tekstu, a pojam produkata plavom bojom. Isticanje teksta podebljanjem ili bojom dobro je za sve učenike razreda, a ne samo za učenike s teškoćama. Ukoliko boje ne uzrokuju raspršenje pažnje pojedinih učenika, i kemijske se formule u jednadžbi, odnosno reaktanti i produkti jednadžbe, mogu označiti bojom (zelenom i plavom). Pri svemu je važno jezično pojednostaviti tekst tj. složene rečenice uvijek razložiti na dvije do tri jednostavne rečenice.

U jedinici *Brzina kemijske reakcije* učenici se susreću s novim, složenim pojmovima, poput domet reakcije, brzina kemijske reakcije i dr. U jedinici se ponavljaju fizikalne veličine, ali i mjerne jedinice ranije usvojene (*množina, mol*), stoga, uvijek je važno ponoviti (pojam u oblaku, pojam u pojmovniku) prethodno usvojene pojmove.

U zadatcima DOS jedinice, pojavljuje se fizikalna veličina koncentracije (*c*). Potrebno je potaknuti prisjećanje učenika na jedinicu u kojoj su obrađene množinske i masene koncentracije. Uz zapisivanje fizikalnih veličina, simbola istih te mjernih jedinica, ponavljanje se može provoditi kroz primjere iz svakodnevnog života koji prikazuju iste. Nove pojmove, važno je istaknuti različitim tehnikama označavanja (boja, podebljanje), ovisno o individualnim potrebama i preferencijama učenika. Fizikalne veličine koje su prikazane slovom grčkog alfabeta ( $\Delta \xi$ , čitati: ksi), važno je pročitati učenicima te uvijek napisati izgovor. Pri formiranju rečenica u tekstu, vodimo se smjericama lako čitljivog teksta, osobito za učenike s teškoćama čitanja, pisanja, poremećajima iz spektra autizma, ADHD poremećajem. U radu s učenicima s teškoćama, važno je provjeriti razumijevanje pojmova u tekstu od strane učenika te dodatno pojašnjenje primjerom bliskim učeniku.

S obzirom na složenost formula koje definiraju obrađene fizikalne veličine, poželjno je pregledno pisanje formula, s primjerenim razmakom i proredom u zapisu formule. Radi lakšeg usmjeravanja pažnje, formule treba uvijek istaknuti u crvenom okviru (*označava nešto jako važno, nešto što se može koristiti i kao lako dostupan podsjetnik*).

Kroz zadatke DOS jedinice, učenici analiziraju promjene brzina kemijskih reakcija te proučavaju prosječne i trenutne brzine kemijske reakcije, pri čemu se koriste grafičkim prikazima. Kod učenika s teškoćama važno je da grafički prikazi budu pregledno prikazani. Poželjno je reaktante i produkte prikazati različitim bojama. Ukoliko se učenik teško snalazi na grafičkom prikazu zbog većeg broja prikazanih reaktanata i produkata, poželjno je smanjiti broj primjera na istom koordinatnom sustavu. Preporuča se da nastavnik zajedno s učenicima dogovorno označi pojedine krivulje različitim bojama. Moguće je iste iscrtati, ali i svaku zasebno kako bi učenik uočio promjene brzine kemijske reakcije ili promatrao prosječne i trenutne brzine kemijske reakcije. Kod učenika s motoričkim oštećenjima gornjih ekstremiteta, grafičke prikaze je potrebno unaprijed pripremiti te izbjegavati samostalno ucrtavanje u grafikon ili crtanje samog grafikona.



## Završetak

Učenike treba uvijek poticati na suradničko učenje, rad u paru ili skupini, u svemu učenici s teškoćama trebaju aktivno sudjelovati, nikako samo promatrati što rade drugi učenici. U paru ili skupini, učenici mogu promatrati zadane grafikone i određivati zadane brzine. Kada nastavnik u razredu ima učenika oštećena vida (*npr. slijepoga učenika*) pažnju učeniku treba usmjeriti na slušanje opisa te izvedbu zadatka radom u paru. Također, učenici mogu na temelju zadane kemijske jednadžbe crtati grafikone tehnikom olovka-papir, no može se i poticati korištenje IKT alata, koristeći digitalne alate, npr. u Excelu ili koristeći Meta-Chart <http://e-laboratorij.carnet.hr/meta-chart-izradite-grafikone-bez-muke/> ili neki drugi alat kojega se može naći na mrežnim stranicama. U svrhu generalizacije usvojenog sadržaja jedinice, moguće je s učenicima organizirati kviz. Također, pomoću aplikacija (npr. Plickers), s učenicima se može na zanimljiv način ponoviti usvojeno gradivo u obrađenoj DOS jedinici.



### 3.2. Čimbenici koji utječu na brzinu kemijske reakcije

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ nakon izvedenih pokusa objasniti kako agregacijsko stanje, ukupna površina reaktanata, koncentracija i temperatura utječu na brzinu kemijske reakcije
- ✓ nakon izvedenih pokusa objasniti kako temperatura i katalizator utječu na brzinu kemijske reakcije
- ✓ razlikovati pojmove katalizator i inhibitor
- ✓ objasniti pojam enzima i ulogu enzimskih funkcija u živim sustavima
- ✓ primijeniti numeričke podatke očitane iz grafičkih prikaza

#### Metodika nastave predmeta

Da bi učenici razumjeli kako dolazi do kemijske reakcije, posebnu pozornost treba obratiti na činjenicu da čestice reaktanata imaju neku energiju i da sve čestice nemaju jednaku energiju iako se sustav nalazi na stabilnoj temperaturi. U reakciju će stupiti samo neke čestice i to one koje imaju energiju veću od neke kritične energije koja je svojstvena baš toj reakciji, a naziva se aktivacijska energija. Čestica koja je dosegla aktivacijsku energiju sposobna je izazvati uspješni sudar, tj. kemijski reagirati.

Brzina kemijske reakcije nije stalna veličina. Ona se mijenja ne samo tijekom vremena kako se reakcija odvija, nego ovisi i o uvjetima pod kojima se ona odvija. Objašnjenje za obje spomenute konstatacije je isto, a to je broj uspješnih sudara. Naime, tijekom vremena reaktanta je sve manje jer se troše, pa je sve manje uspješnih sudara. Reakciju možemo i ubrzavati i usporavati, ovisno o koncentraciji, temperaturi, agregacijskom stanju i aktivnoj površini, jer su to sve čimbenici koji utječu na povišenje ili smanjenje broja uspješnih sudara. Važno je uočiti da ovdje promatramo istu kemijsku reakciju koja može biti podložna promjeni vremena, koncentracije, temperature, agregatnog stanja ili veličine aktivne površine. Promjenom bilo koje od navedenih veličina, kemijska reakcija se ne mijenja, to je ista reakcija, ali se odvija različitim brzinama ovisno o nametnutom uvjetu pod kojim se događa.

Brzina kojom se kemijska reakcija odvija, odnosno broj uspješnih sudara, dakako utječe na brzinu pridobivanja produkata.

Međutim, brzina pridobivanja željenih produkata ovisi ne samo o broju uspješnih sudara, nego i o katalizatoru, odnosno inhibitoru. Ipak izjava da katalizator utječe na brzinu kemijske reakcije nije točna jer implicira činjenicu da se radi o istoj kemijskoj reakciji.

Dodavanjem katalizatora, zadire se u bit pretvorbe reaktanta: katalizator izaziva drugačiju kemijsku reakciju, i to onu koja teče uz nižu aktivacijsku energiju. Jedan od načina kako će doći do promjene kemijske reakcije je taj da katalizator stupi u reakciju s reaktantom stvarajući nestabilni kompleks. Tijekom napredovanja reakcije nestabilni kompleks se raspada, da bi na kraju reakcije katalizator bio u obliku u kakvom je bio na početku reakcije. Ako je na kraju reakcije dodana tvar promijenjena, onda se takvu tvar ne može nazvati katalizatorom. U reakciji s katalizatorom energija aktivacije za najsporiju elementarnu reakciju niža je od energije aktivacije one elementarne reakcije koja određuje brzinu kemijske reakcije bez katalizatora. Stoga će u reakciji s katalizatorom postojati veći broj čestica koje imaju dovoljnu energiju za pokretanje reakcije i na taj način je povećana brzina reakcije. Dakle, ponovo je riječ o povećanom broju uspješnih sudara, ali u drugačijoj reakciji.

Unatoč tome što su reaktanti istovrsni i produkti su istovrsni u oba slučaja – sa i bez katalizatora – to su dvije bitno različite reakcije s bitno različitim aktivacijskim energijama. Zbog toga nije ispravno reći da katalizator utječe na brzinu kemijske reakcije, nego treba naglasiti da katalizator utječe na brzinu pridobivanja produkata, ali kroz drugačiju reakciju koja je energijski povoljnija.

Učenike treba upozoriti da definiciju katalitičkih reakcija ne treba shvatiti doslovno: "Katalitičkim reakcijama naziva se one kemijske reakcije u kojima sudjeluju tvari koje djeluju na brzinu reakcije i pri tome se ne mijenjaju." Naime, iako katalizator može stupiti u reakciju s reaktantima, iz reakcije izlazi nepromijenjen, tj. u obliku u kakvom je ušao u reakciju, pa se može reći da se katalizator u reakciji ne troši.

U jedinici je prikazano nekoliko pokusa i zadataka koji ilustriraju problematiku čimbenika koji utječu na brzinu kemijskih reakcija.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Kemijski panta rhei: <https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/kemijski-panta-rhei/>

U okviru korelacije s fizikom, darovite učenike treba uputiti na grafikon distribucije brzina čestica u nekom sustavu na istoj temperaturi (Maxwell-Boltzmannova distribucija). Poznavanjem ove raspodjele učenici će bolje razumjeti neke od zadataka koji su priloženi u gradivu.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Kako bi se učenike motiviralo za rad na satu, pripremite primjere iz učenikova života koji će dočarati nastavni sadržaj. Primjerice, kroz videozapis ili slikovni prikaz, prikažite učenicima primjere kako se različite kemijske reakcije odvijaju različitom brzinom. Spora kemijska reakcija može se prikazati reakcijom hrđanja željeza, dok se brza kemijska reakcija može prikazati gorenjem mangana ili ionskom reakcijom otopina olova nitrata ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) i kalijeva jodida ( $\text{K}_1$ ) od kojih trenutno nastaje žuti talog olovova(II)jodida ( $\text{Pb}_{12}$ ).

U uvodnom dijelu, predviđen je pokus reakcije razrijeđene klorovodične kiseline s cinkom. Kroz slikovne prikaze, važne za učenike s teškoćama, prikažite pribor i kemikalije potrebne za izvođenje pokusa. Pokus je poželjno prikazati u koracima te na kraju izdvojiti zaključak.

Koraci pokusa ispisani su na listu papira, kako bi učenici lakše pratili izvođenje pokusa. Kemijskim simbolima označeni su reaktanti. Učenike s teškoćama važno je usmjeravati kroz korake izvođenja pokusa i provjeriti razumiju li učenici što se izvodi u pojedinom koraku.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Nove pojmove važno je uvijek istaknuti u tekstu (*boja, podebljanje*) te iste potkrijepiti primjerima iz učenikova života (*katalizator, inhibitor*), a tekst je važno primjereno oblikovati (*font, veličina, razmak, prored*).

Za prikaz čimbenika koji utječu na brzinu kemijske reakcije, važno je prisjetiti se pojma brzine kemijske reakcije iz prethodne nastavne jedinice.

Čimbenike koji utječu na brzinu kemijske reakcije (*koncentracija, temperatura, površina reaktanata, agregacijsko stanje*), potkrijepite primjerima iz svakodnevnog okruženja te se prisjetite navedenih fizikalnih veličina iz prethodnih nastavnih sadržaja. Učenike koji poznaju tehniku potaknite na izradu umne mape, dok ostali mogu koristiti grafičke organizatore kako bi lakše usvojili navedene čimbenike i primjere istih.

Pojmove, reaktante i produkte u tekstu te u kemijskim jednadžbama označite istim bojama kao u prethodnoj jedinici (*plavo, zeleno*). Također, pojmovi egzotermne i endotermne reakcije označeni su bojama kao u prethodnom modulu (*crveno, plavo*). Uporaba boje u svrhu isticanja bitnoga u tekstu olakšava zapamćivanje pojedinih pojmova.

U svim problemskim zadacima, važno je označavanje i izdvajanje kemijskih simbola te fizikalnih veličina. Učenike vodite kroz korake rješavanja zadataka u primjerima na nastavnom satu obrade gradiva. Primjereno oblikovanje problemskih i računskih zadataka opisani su u modulu 1 i 2.

U zadatcima se pojavljuje fizikalna veličina reakcijske entalpije te je važno da se učenici prisjete odgovarajuće formule te samog pojma reakcijske entalpije. Radi složenosti jedinice važno je osigurati češće proaktivno ponavljanje.

U zadatcima koji sadrže grafičke prikaze, poželjno je koristiti smjernice opisane u jedinici *Brzina kemijske reakcije*, uvijek pazite na kontrast podloge i slova, poželjna su plava slova na bijeloj podlozi, žuta na crnoj, crna na žutoj podlozi.

### Završetak

U svrhu generalizacije, učenici mogu radom u paru ili u skupinama izrađivati grafičke organizatore, neki učenici mogu i mapirati (personalizirana strategija), a također se mogu prikazivati i novi pojmovi te primjeri iz svakodnevnog života koji potkrjepljuju navedene pojmove.

U završnom dijelu jedinice, predviđen je kviz. Učenici u kvizu rješavaju računske ili zadatke grafičke analize promjena utjecaja čimbenika okruženja na brzinu kemijskih reakcija. Prilikom pripreme zadataka važno je voditi se smjernicama opisanim u modulu 1 u jedinici *Usustavljivanje gradiva*.

Učenike se potiče na korištenje IKT alata, ali nikako ne smije izostati usmjeravanje tijekom rada i to sve dok učenici ne dođu do samostalnog obavljanja istog.



### 3.3. Ravnoteža kemijskih reakcija

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti pojam ravnotežnog stanja kemijskoga sustava
- ✓ napisati izraz za empirijsku konstantu ravnoteže kemijskoga sustava

#### Metodika nastave predmeta

U ovoj jedinici učenici se sreću s dvije važne činjenice. Prva se sastoji u tome da postoje takve kemijske reakcije u kojima se reaktanti transformiraju u produkte nakon čega reakcija prestaje. Ovakve procese naziva se ireverzibilnim ili nepovratnim procesima. Druga činjenica se sastoji u tome da postoje takve reakcije koje se zbivaju u oba smjera, tj. da reaktanti prelaze u produkte što se naziva polaznom reakcijom, ali i da produkti prelaze natrag u reaktante, što se naziva povratnom reakcijom. Ovakve procese naziva se reverzibilnim ili povratnim procesima.

Pojam ravnoteže kemijskih reakcija treba razmatrati s aspekta promjene brzine kemijske reakcije kod reverzibilnih procesa. Važno je uočiti da se brzina polazne reakcije smanjuje s obzirom da se smanjuju koncentracije reaktanata. Povratna reakcija je moguća tek nakon što je nastala mala količina produkata. Zbog te male početne koncentracije produkata, mala je i brzina povratne reakcije. Kako se brzina polazne reakcije smanjuje, tako se brzina povratne reakcije povećava. U jednom trenutku nastupa ravnoteža, a to je trenutak u kojem su ove dvije brzine izjednačene.



Ovu činjenicu treba istaknuti budući da se na tom saznanju temelji rješavanje zadataka iz područja ravnoteže kemijskih reakcija.

Učenicima posebno treba naglasiti da se kemijska ravnoteža ne sastoji u tome da se u reakcijskom volumenu ništa ne događa, nego da se istovremeno događaju obje reakcije, tj. da se reaktanti pretvaraju u produkte, a produkti natrag u reaktante. Zbog toga se ovakvo stanje naziva dinamičkom ravnotežom.

Pri obradi zakona o djelovanju masa ili Guldberg – Waageovog zakona i definiranju koncentracijske konstante kemijske ravnoteže, važno je naglasiti da ova konstanta nije univerzalna konstanta za promatranu kemijsku reakciju, nego je samo konstanta pri odabranoj temperaturi.

Rješavajući zadatke u području ravnoteže kemijskih reakcija treba u korelaciji s matematikom i fizikom intenzivno vježbati koristiti se grafikonima, kako slobodnim skiciranjem, tako i uz pomoć digitalnih alata, npr. u Excelu ili koristeći Meta-Chart (<http://e-laboratorij.carnet.hr/meta-chart-izradite-grafikone-bez-muke/>) ili neki drugi alat kojega se može naći na mrežnim stranicama.

Učenike koji žele znati više kemije, može se uputiti u osnove kemijske kinetike. Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Primjena sile protiv volje: još se ne nalazi na mrežnoj stranici:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

Idealan, a realno nestašan: još se ne nalazi na mrežnoj stranici

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Kako biste uveli učenike u složene pojmove ravnotežnog stanja kemijskog sustava važno je osigurati češće ponavljanje ili provjeravanje ranije naučenih pojmova: reaktant, produkt, metabolički proces, stehiometrija i dr. Pri svemu je važno povezivati pojmove s primjerima bliskim učenicima, tražiti ih u aktivnostima svakodnevnog života. Ovisno o potrebama učenika, poželjno je označavanje teksta bojom koja ima asocijativnu funkciju, kao i u prethodnim modulima. Učenicima oštećena vida (npr. slijepim učenicima) možete pripremiti ili izraditi model natrij-kalijeve crpke, u suprotnom usmjerite njihovu pažnju na mogućnost slušanja naracije koja je osigurana kao oblik inkluzivne potpore.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

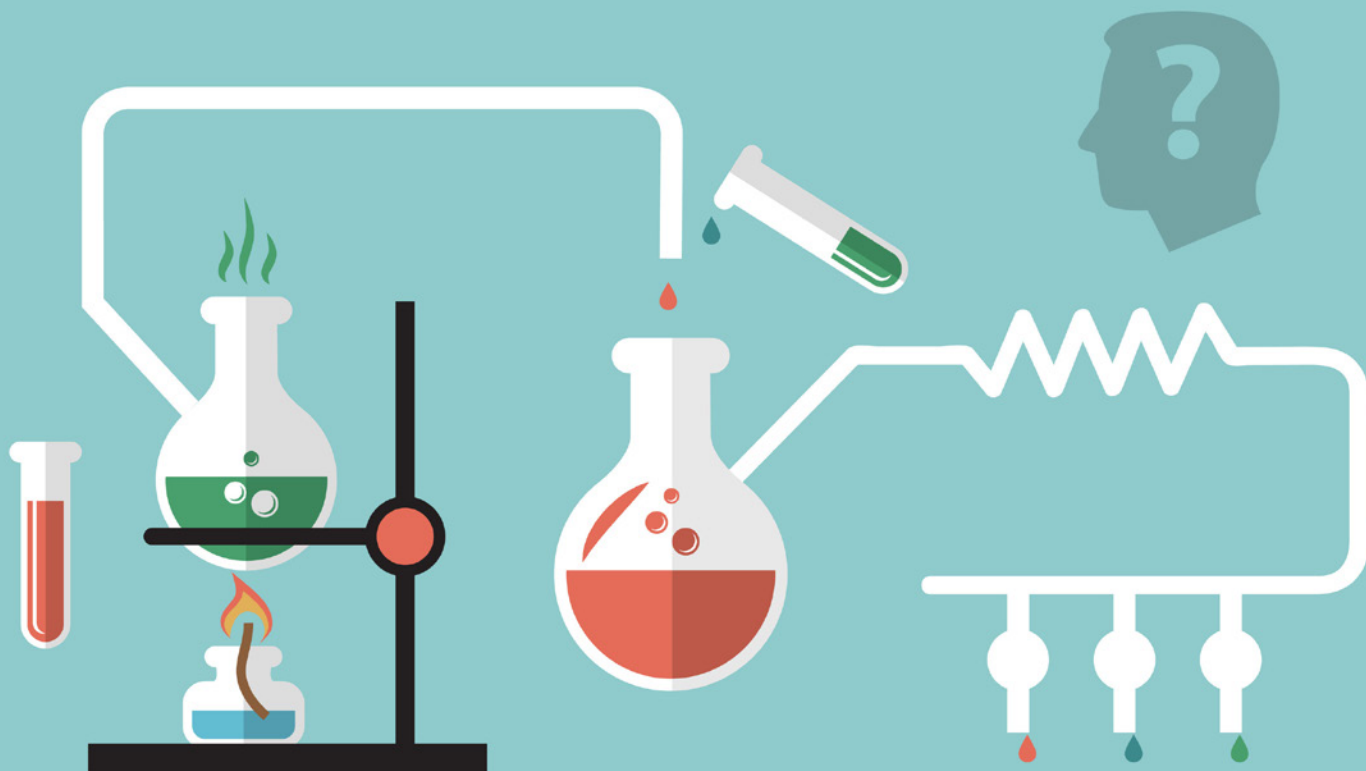
Kako bi učenici postigli uspjeh u rješavanju brojnih računskih zadataka, s obzirom na prisutne teškoće pažnje, koncentracije, teškoće radne memorije, teškoće učenja, važno je osigurati rješavanje zadataka u koracima, s uvidom u kontrolu mogućih pogrešaka, dodatne podsjetnike na ključne pojmove odabirom mogućnosti

“ponovimo”, podsjetnike s računskim formulama, podacima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina, vrijednostima mjernih jedinica, uvijek istaknute na način kao u prethodnim modulima. Učenicima cijelo vrijeme treba biti osiguran stolni kalkulator ili pristup računalu i/ili pametnom telefonu.

### Završetak

U zadacima koji zahtijevaju promatranje ili rad na grafovima (ravnoteže kemijskim reakcijama i dr.), važno je zadane krivulje označiti podebljanjem ili bojom, istaknutom pripadajućom fizikalnom veličinom.

Nadarene učenike koji žele znati više, a pri svemu njihovo učenje ometaju teškoće u području pažnje, pamćenja, čitanja, pisanja ili računanja, uvijek su važne smjernice značajne za potporu u učenju, npr. potaknite ih na slušanje ključnih audiozapisa, poticajnu raspravu i sl.



### 3.4. Čimbenici koji utječu na pomak kemijske ravnoteže

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti Le Chatelierovo načelo
- ✓ objasniti važnost razlikovanja početne i ravnotežne koncentracije sudionika reakcije
- ✓ objasniti utjecaj promjene temperature, tlaka i koncentracije na ravnotežno stanje kemijskoga sustava

#### Metodika nastave predmeta

Kao ilustracija činjenice da se kemijska ravnoteža može pomaknuti u smjeru reaktanata ili u smjeru produkata iskorištena je ideja "nevidljive tinte". Promjenom uvjeta pod kojima se kemijska reakcija odvija, reakcija će doći u stanje neravnoteže. Međutim, reakcija će se pokrenuti u nekom smjeru kako bi se ponovo uspostavilo stanje ravnoteže. Zato se govori o pomaku kemijske ravnoteže, a kako se ravnoteža pomiče ovisno o promjeni uvjeta, objašnjava se Le Chatelierovim načelom.

Čimbenici koji utječu na pomak ravnoteže su promjena koncentracije bilo kojeg od reaktanata ili produkata, promjena temperature na kojoj se reakcija odvija, ovisno o tome je li reakcija endotermna ili egzotermna i promjena tlaka, ovisno o tome je li broj molekula produkata veći ili manji od broja molekula reaktanata promatrajući jednadžbu kemijske reakcije.

Promjena svakog od navedenih parametara uzrokuje promjenu kemijske ravnoteže, ali se sve promjene svode na jednu zakonitost. Ona je poznata pod nazivom Le Chatelierovo načelo, a ono kazuje da će promjena uvjeta pri kojima je neki sustav u ravnoteži, izazvati takvu reakciju da će sustav ponovo biti doveden u stanje ravnoteže. To znači da se promjenom nekog od uvjeta, ravnoteža kemijske reakcije može pomaknuti u smjeru reaktanata, kada se produkti transformiraju u reaktante, odnosno u smjeru produkata kada se reaktanti transformiraju u produkte. Može se dakle reći da Le Chatelierovo načelo objašnjava da će se u sustavu koji naiđe na promjenu, ponovo uspostaviti dinamička kemijska ravnoteža na način da se suprotstavi promjeni.

U jedinici su dani zadatci, pokusi i poveznice što sve ilustrira Le Chatelierovo načelo. Za darovite učenike koji žele znati više kemije, moguće je proširiti listu ponuđenih zadataka i pokusa. Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Kemijski panta rhei:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/kemijski-panta-rhei/>

Brz – spor (Brzina kemijske reakcije): još se ne nalazi na mrežnoj stranici

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/>

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Pri uvođenju učenika s teškoćama u pojam Le Chatelierovo načelo, ideja "nevidljive tinte" poticajno je rješenje za sve učenike. Svakako je važno da učenici dođu do zaključka o otopini kobaltova (II) klorida heksahidrata i filtriranog papira. U radu s učenicima oštećena vida osigurajte da opipom osjete razliku u teksturi papira.

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

U jedinici su ponuđeni brojni problemski zadatci te zadatci analize grafičkih prikaza promjena. U radu s učenicima s teškoćama neizostavna je dosljedna primjena pravila rješavanja zadataka radom u koracima, uporabom podsjetnika i kalkulatora različitog tipa.

### Završetak

Prilikom rješavanja zadataka, pokusa ili pak poveznica značajno je pratiti napredak učenika. Povremeno, osobito u početnom vježbanju pružite priliku učenicima da dobiju ili sudjeluju u otkrivanju zadatka s riješenim početkom. Svakako je važno da učenici na kraju dođu do zaključka o promjeni parametara koji uzrokuju promjenu kemijske ravnoteže.



**4. MODUL:**

**KISELINE, BAZE I SOLI**

# 4. KISELINE, BAZE I SOLI

## Uvod

Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima i odnosi se na četvrti modul nastave za drugi razred srednje škole. Četvrti modul nosi naslov „Kiseline, baze i soli“. U priručniku je ukratko prikazano šest jedinica koje su obuhvaćene četvrtim modulom. Kroz šest jedinica objašnjeni su pojmovi i svojstva kiselina, baza, soli i pufera, ionski produkt vode i vrijednost pH.

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. Kiseline
- 4.2. Baze
- 4.3. Ravnotežna konstanta ionizacije vode i pH-vrijednost
- 4.4. Soli
- 4.5. Puferi
- 4.6. Usustavljanje gradiva o otopinama, kiselinama, bazama i solima

## Odgojno-obrazovni ishodi na razini modula:

- ✓ definirati kiseline i baze po Arrheniusu, Brønsted-Lowryju i Lewisu
- ✓ objasniti ulogu pufera u otopinama
- ✓ uspoređivati kiseline, baze i puferu po njihovu sastavu, vrsti i svojstvima
- ✓ kritički razmatrati upotrebu kiselina, baza, oksida, soli te njihov utjecaj na okoliš
- ✓ prirodoznanstveno pristupiti rješavanju problema
- ✓ identificirati kiseline, baze i soli među različitim kemijskim spojevima
- ✓ odgovorno postupati s nagrizajućim i opasnim tvarima
- ✓ utvrditi sposobnost rješavanja problema

## Metodika nastave predmeta

Nastava kemije svakako mora biti praćena pokusima koji imaju veću vrijednost ako ih izvode učenici. Za veliki broj pokusa koje se može izvesti u školi nije neophodno raspolagati sa zahtjevnom opremom, skupim kemikalijama i posebnim prostorijama. Pokuse je potrebno prilagoditi na takav način da ih učenici mogu izvoditi poštujući sva pravila sigurnosti. Nastava bez pokusa ne može biti uspješna. Međutim, samo izvođenje pokusa nije garancija da je nastava uspješna. Svaki pokus mora biti ne samo doživljen, nego i objašnjen korištenjem jednadžbi kemijskih reakcija. Naročito je važno odmah nakon izvedenog pokusa i objašnjenja

provjeriti koliki je broj učenika razumio objašnjenja. Ako se ova provjera razumijevanja pokusa ne veže uz provjeru znanja i ocjenjivanje, onda se može očekivati da će učenici bez straha od loše ocjene postavljati pitanja i priznati da nešto nisu razumjeli. Takvim pristupom realno je za očekivati da kemija ne bude tretirana kao „težak predmet“ kojega ne treba niti pokušati razumjeti. U suprotnom, dobro izvedeni pokus učenici mogu doživjeti kao mađioničarsku predstavu u kojoj se vide zanimljivi efekti, ali im ostaje nejasno kako je i zašto do njih došlo. Kod provjere znanja pitanjima kod kojih postoji 50%-tna vjerojatnost točnog odgovora, svakako uvijek treba tražiti i objašnjenje. Tek argumentiranim odgovorom na pitanje „Zašto?“ možemo procijeniti da nije bilo pogađanja i slučajno točnog izbora. Računski zadatci koji su uključeni u ovom modulu su različite težine. Za neke zahtjevnije tipove zadataka dani su primjeri s uključenim postupkom rješavanja. Također su priloženi i takvi zadatci koje nastavnici trebaju provježbati s učenicima.

Istraživanja Nacionalnog centra za vanjsko vrjednovanje pokazala su na uzorku od 25 000 učenika da veliki broj učenika ima problema s elementarnim računskim operacijama. Zbog toga se na ovakvim jednostavnim zadacima osim kemijskih pojmova, može također uvježbavati i elementarno računanje, pretvaranje mjernih jedinica, iskazivanje zadanih podataka pomoću potencija broja deset, rad bez pomoći kalkulatora računajući napamet i „pješke“. Da učenici ne bi ovakav pristup shvatili kao uvredu jer se od njih traži nešto što „oni odavno znaju“, ovakav način rada može se prikazati kao igra i natjecanje „mozak protiv kalkulatora“ i uspoređivati rezultate dobivene kalkulatorom s onima dobivenim bez pomoći kalkulatora. Time se ostvaruje snažna korelacija s fizikom i matematikom, a nakon nekoliko sati ovakvog pristupa zadacima, i nastavnik i učenici će biti iznenađeni rezultatima.

Rješavanje računskih zadataka, prije bilo kakvih razmišljanja o tome kako zadatak riješiti, treba započeti s izlučivanjem svih podataka zadanih riječima i njihovim izražavanjem pomoću simboličkog jezika. Ta procedura kolikogod izgledala jednostavna i nepotrebna ima vrlo veliku metodičku važnost u savladavanju metodologije rješavanja zadataka! Između ostalog, vrijeme potrošeno na izlučivanje zadanih podataka, najčešće je dovoljno vrijeme inkubacije potrebno za traženje načina rješavanja zadatka.

Pri rješavanju zadataka uz numerički pristup, gdje god je to moguće, treba njegovati i grafički pristup – crtanje dijagrama i strukturnih formula koristeći digitalne alate, ali također, što je jednako važno, crtanje bez pomoći digitalnih alata.



## 4.1. Kiseline

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ prikazati disocijaciju kiselina po stupnjevima i imenovati nastale anione
- ✓ definirati kiseline i baze po Arrheniusovoj, Brønsted-Lowryjevoj i Lewisovoj teoriji
- ✓ razlikovati jake i slabe kiseline

### Metodika nastave predmeta

Osnovna tema ove jedinice je upoznavanje pojmova vezanih uz kiseline. Učenici će upoznati razvitak ideje kako definirati kiseline i baze. Kao primjer navedene su neke organske kiseline s kojima se učenici susreću u svakodnevnom životu. Također su navedene neke anorganske kiseline, a u kraćim crtama su obrađena njihova svojstva i primjena. Pokazano je kako se indikatori ponašaju u kiseloj sredini. Uveden je pojam elektrolitičke disocijacije i objašnjeno je kako nastaje oksonijev ion i anhidridi spomenutih kiselina. Pokazano je da kiseline mogu biti monoprotanske i višeprotonske.

Koristeći pojavu elektrolitičke disocijacije objašnjeno je zašto su neke kiseline jake, a neke slabe i za to su dani primjeri. Također su izvedene veličine koje opisuju disocijaciju neke kiseline. Mjera za jakost kiseline je konstanta disocijacije kiseline, a stupanj disocijacije kiseline statistički pokazuje koji postotak molekula u dinamičkom procesu disocira, a koji ostaje u molekulskom obliku. Uz ovu problematiku dana su dva riješena primjera zadataka, dva zadatka za vježbanje i kviz s pet zadataka.



Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

Manje od sedam:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/manje-od-sedam/>

Kiseline i lužine – neprijatelji ili prijatelji zubi:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/kiseline-i-luzine-neprijatelji-ili-prijatelji-zubi/>

Kiseline – oko nas i u nama:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/kiseline-oko-nas-i-u-nama/>

Ostat ću uvijek isti:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/ostati-cu-uvijek-isti/>

Za učenike koje kemija posebno zanima, tema kiseline može biti proširena rješavanjem niza zadataka sličnih onima koji su priloženi na kraju ove jedinice.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

U svrhu upoznavanja općenitih didaktičko-metodičkih uputa za rad s učenicima s teškoćama, ideje 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)

## Uvod i motivacija

Povijesni pregled teorija o kiselinama prikazite kao zanimljiv vremeplov ili kemijski kalendar. Osmislite zanimljivu magnetnu tablicu s karticama ili vremensku crtu na koju će učenici iz razreda, radom u timovima (A i B, svaki tim ima po četiri igrača), slagati slijedom, od Boylea do Lewisa, slavna otkrića. Kod učenika s teškoćama važno je osigurati uspjeh i probno igranje igre koja se temelji na asocijacijama, manje vremenskom određenju događaja budući da većina učenika ima teškoće pažnje, koncentracije, teškoće radne memorije, teškoće učenja. Ideja za aktivnost preuzeta je iz poznate tv-emisije „Volim Hrvatsku“. Pri svemu tome potaknite učenike na raspravu o kiselinama, jesu li i na koji su način važne za život ljudi?

## Razrada sadržaja i poučavanja

Kako biste u radu s učenicima s teškoćama pobudili interes za nastavne sadržaje o organskim i anorganskim kiselinama, značajno je iskustveno učenje (kušanje kiseloga voća kao izvora organskih kiselina) te odabir primjerenih fotografija, galerija fotografija (agrumi, jabuke, grožđe, kopriva i dr.). Dodatnim pitanjima usmjerite pažnju učenika prilikom gledanja fotografija ili pojedinih modela. Potaknite sve učenike s teškoćama na raspravu utemeljenu u kušanju kiseloga voća, možda ubodu mrava ili dodiru koprivinoga lista. S puno pažnje podijelite prehrambena iskustva i navike pojedinih učenika s poremećajima iz autističnog spektra, većina učenika, radi

preosjetljivosti na pojedine okuse, nerado jede voće intenzivno kiselih okusa. Ako u razredu imate slijepe i slabovidne učenike, tada slikovito opisujte pojedinu fotografiju, potaknite ih da u roditeljskom domu kušaju pojedino voće ili zimnicu, svoja iskustva neka zabilježe na papir. Sve učenike s teškoćama možete i unaprijed upoznati sa sadržajem fotogalerije. Potaknite roditelje učenika (npr. zadatak za domaću zadaću) da radom kod kuće, od kuglica glinamola ili plastelina te drvenih štapića izrade modele organskih kiselina, na kartice neka napišu nazive i pripadajuće kemijske formule. Usmjerenom gledanje fotogalerije pretpostavlja usmjeravanje pažnje učenika s različitim teškoćama, a produbljivanje pažnje možete potaknuti postavljanjem dodatnih pitanja, produljenom ekspozicijom pojedinih fotografija.

Prilikom obrade sadržaja o anorganskim kiselinama usmjerenima na njihova svojstva i primjenu (klorovodična, sumporna, fosforna i dr.), u radu s učenicima s teškoćama punu pažnju posvetite mjerama opreza i zaštite. U radu s učenicima na spektru autizma pojedini intenzivni mirisi (npr. sumporna kiselina) mogu izazvati frustraciju (npr. mahanje rukama, prekrivanje lica, glave i sl.), svakako osigurajte primjereno mjesto promatranja aktivnosti tijekom nastave.

Potaknite sve učenike da dodatno istraže na internetu o kiselim kišama (npr. njihov sastav, posljedice za život ljudi, biljaka, životinja).

Prilikom uvođenja učenika u nove pojmove i procese kao što su oksonijevi ioni, elektrolitičke asocijacije i dr. usmjerite pažnju učenika na nove kemijske veze. Provjerite razumijevanje novih pojmova a kada je potrebno podsjetite učenike na ranije obrađene pojmove, ponovite ih tijekom nastave, motivirat ćete učenike za učenje novoga, osigurati ćete uspjeh učenika tijekom aktivnog sudjelovanja u nastavi.

U zadacima nastavne jedinice *Kiseline*, označeni su pojedini simboli, svi su prikazani u *Tablici 1.* koju vrijedi koristiti kao podsjetnik.

$K_c$	konstanta ravnoteže	
$K_a$	konstanta kiseline	disocijacije
$\alpha$	stupanj kiseline	disocijacije
$c$	množinska koncentracija	

Kako bi učenici s teškoćama postigli uspjeh u rješavanju zadataka s množinskom koncentracijom oksonijevih iona u odgovarajućim otopinama, s obzirom na prisutne teškoće pažnje, koncentracije, teškoće radne memorije, teškoće učenja, važno je osigurati postupno uvođenje i opetovano ponavljanje pojedinih koraka u zadacima riješenih primjera zadataka.

Temeljem navedenog u tekstualnom dijelu zadataka, uz nazive kemijskih spojeva, elemenata, uvijek važno je istaknuti kemijske formule i simbole, kao podsjetnik, usvajanje istih te kao pomoć u snalaženju u postupku rješavanja zadataka.

## Završetak

Kako bi učenici s teškoćama u zadacima Kviza postigli uspjeh u rješavanju zadataka, s obzirom na prisutne teškoće pažnje, koncentracije, teškoće radne memorije, teškoće učenja, važno je osigurati rješavanje u koracima, uvijek pripremiti podsjetnike s ključnim računskim formulama, podacima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina, vrijednostima mjernih jedinica. S obzirom na individualne potrebe učenika, u svim etapama nastavnog sata, potrebno je osigurati primjereno vrijeme rješavanja zadatka.

Rad u paru kao i suradničko učenje uvijek djeluje poticajno na učenike s teškoćama jer osigurava podršku suučenika.

Interes učenika s teškoćama se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici, s posebnim osvrtom na postupke potpore uradu s učenicima s različitim teškoćama odnosno odgojno-obrazovnim potrebama:

Manje od sedam:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/manje-od-sedam/>

Kiseline i lužine – neprijatelji ili prijatelji zubi:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/kiseline-i-luzine-neprijatelji-ili-prijatelji-zubi/>

Kiseline – oko nas i u nama:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/kiseline-ok-nas-i-u-nama/>

Ostat ću uvijek isti:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/ostati-cu-uvijek-isti/>

Za učenike koje kemija posebno zanima, tema kiseline može biti proširena rješavanjem niza zadataka sličnih onima koji su priloženi na kraju ove jedinice.

## Upute za rad s darovitim učenicima

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM.

Usmjerite pažnju učenika na aktualnost teme; daroviti učenici mogu pogledati neki od preporučenih filmova (npr. dokumentarni) o kiselim kišama. U koliko Vaša škola ima odgovarajuću opremu za razmjenu znanja na daljinu organizirajte videokonferenciju o ekološki primjerima dobre prakse u lokalnoj zajednici.



## 4.2. Baze

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ prikazati disocijaciju lužina
- ✓ definirati baze po Arrheniusovoj, Brønsted-Lowryjevoj i Lewisovoj teoriji
- ✓ razlikovati jake i slabe baze

### Metodika nastave predmeta

Učenici su u prethodnoj nastavnoj jedinici upoznali razvitak ideje kako definirati kiseline i baze. U ovoj jedinici su kao primjer navedene neke baze s kojima se učenici susreću u svakodnevnom životu. Pokazano je kako se indikatori ponašaju u lužnatoj sredini.

Koristeći već objašnjenu pojavu elektrolitičke disocijacije objašnjeno je zašto su neke lužine jake, a neke slabe i za to su dani primjeri. Također je objašnjeno što je to hidroksidni ion i izvedene su veličine koje opisuju disocijaciju neke lužine. Mjera za jakost lužine je konstanta disocijacije lužine, a stupanj disocijacije lužine statistički pokazuje koji postotak molekula u dinamičkom procesu disocira, a koji ostaje u molekulskom obliku. Uz ovu problematiku prikazan je primjer rješavanja jednog zadatka i tri zadatka za vježbanje.

U nastavku je s dva primjera i dva zadatka objašnjen pojam konjugiranih parova kiselina-baza, a za vježbanje je priložen kviz s pet zadataka.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

Veće od sedam:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/vece-od-sedam/>

Kiseline i lužine – neprijatelji ili prijatelji zubi:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/kiseline-i-luzine-neprijatelji-ili-prijatelji-zubi/>

Ostat ću uvijek isti:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/ostati-cu-uvijek-isti/>

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Iza naslova *Baze* (za razliku od pojma u nastavi geometrije) nalazi se zanimljiva jedinica iz Kemije, ponovo je vrijedno i zanimljivo utemeljiti motivaciju učenika s teškoćama prema domaćinskim aktivnostima usmjerenim na svakodnevnu uporabu sredstava za čišćenje ili odmašćivanje te uklanjanje mrlja na tkaninama.

Za uvodni zadatak učenici mogu fotografirati mobitelom raznolika sredstava koja se koriste u njihovim roditeljskim domaćinstvima, iste mogu poslati svom nastavniku, e-poštom u školu. Pojedini učenici mogu donijeti etikete s proizvoda za čišćenje ili odmašćivanje. Ponovo je važno usmjeriti pažnju svih učenika s teškoćama na značenje znakova opasnosti i zaštite s pojedinih proizvoda. Opis proizvoda te znakova na pripadajućim etiketama posebno je važno opisati kada su u razredu učenici oštećena vida ili učenici iz spektra autizma. Za učenike iz spektra autizma pripremite slikovni predložak s kratkim i jasnim značenjem.

### Razrada sadržaja i poučavanja

U jedinici u kojoj učenici s teškoćama upoznaju jake i slabe baze, mjere za jakost baza, ponavljaju jednadžbe disocijacije i dr., potrebno je češće provjeravati razumiju li učenici nove pojmove i mjere, pri svemu tome je neizostavno ponoviti ranije obrađene pojmove kao npr. alkalijski metali i dr.

Uvođenje učenika u rješavanje zadataka riješenih u koracima treba provoditi postupno, ovisno o sposobnostima pojedinih učenika. Kada je to potrebno važno je uvažavati produljeno vrijeme za uvođenje a onda i rješavanje zadataka u novim primjerima za vježbanje. Pri svemu tome je uvijek potrebno osigurati individualan rad s pojedinim učenicima, i opetovano ponavljanje pojedinih koraka u zadacima riješenih primjera zadataka.

Temeljem navedenog u tekstualnom dijelu zadataka, uz nazive kemijskih spojeva, elemenata, uvijek je važno istaknuti kemijske formule i simbole, kao podsjetnik te kao pomoć u snalaženju u postupku rješavanja zadataka.

U zadatcima nastavne jedinice *Baze*, označeni su pojedini simboli, svi su prikazani u *Tablici 2.* koju vrijedi koristiti kao podsjetnik.

$K_c$	konstanta ravnoteže
$K_b$	konstanta disocijacije baze
$a$	stupanj disocijacije baza
$c$	množinska koncentracija

### Završetak

Važno je da se u zadatcima u Kvizu pojavljuju zadatci s jednostavnim rečenicama i uputama, sa semantički pojednostavljenim riječima, jasnim i poznatim učenicima. Učenicima sa specifičnim teškoćama čitanja i pisanja, motoričkim teškoćama, potrebno je osigurati manji broj zadataka otvorenog tipa. U zadatcima iz teorijskog dijela (zadatci s tvrdnjama), poželjno je ponuditi pitanja s odgovorima dvostrukog, višestrukog izbora, s kratkim dopunjavanjem na kraju retka. Kod učenika s teškoćama potrebno je izbjegavati zadatke povezivanja točnih odgovora, odnosno lijevih i desnih stupaca. U pitanjima koja iziskuju odgovore u obliku dopune, poželjno je postaviti usmena potpitanja, provjeriti naučeno, kako bi učenike usmjerili k točnom odgovoru.

Ukoliko učenik/ci ne uspije/u riješiti točno zadani zadatak, računskog tipa, odgovaranja na pitanja, poželjno je primjer riješenog zadatka sa svim koracima istog prikazati učeniku kao podršku u učenju i vježbanju. Kada je potrebno osigurajte učenicima dostupnost kalkulatora.

Interes učenika s teškoćama može se dodatno potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici, s posebnim naglaskom na primjenu postupaka potpore:

Veće od sedam:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/vece-od-sedam/>

Kiseline i lužine – neprijatelji ili prijatelji zubi:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/kiseline-i-luzine-neprijatelji-ili-prijatelji-zubi/>

Ostat ću uvijek isti:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/ostati-cu-uvijek-isti/>

### Upute za rad s darovitim učenicima

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM. Usmjerite pažnju učenika na aktualnost teme;



daroviti učenici mogu pogledati neki od preporučenih filmova (npr. dokumentarni). Ako ponudite grafički organizator za vođeno gledanje filma, daroviti učenik s teškoćom lakše će pratiti film. Učenicima možete pripremiti i zanimljiv znanstveni članak, istaknite ključne dijelove stručnog ili znanstvenog članka o ekološki održivim sredstvima, pripremite pitanja za raspravu.



### 4.3. Ravnotežna konstanta ionizacije vode i pH-vrijednost

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti ravnotežnu konstantu ionizacije vode,  $K_w$ , i njenu važnost u svakodnevnom životu
- ✓ izračunati pH i pOH-vrijednosti otopina
- ✓ odabrati indikatore za kiseline i lužine

#### Metodika nastave predmeta

Tema kojom se bavi ova jedinica nije zahtjevna i ne treba široko predznanje, ali ipak učenici često imaju problema s ionskim produktom vode i pH vrijednošću. Pokušajmo tome problemu pristupiti na sljedeći način. Na početku nastave treba ponoviti dvije stvari. Prvo, što je to ravnotežna koncentracijska konstanta za neku reakciju, i drugo, kako voda disocira. Budući da se od dvije molekule vode jedna ponaša kao kiselina a druga kao baza, disocijacija vode se može nazvati autoprotoliza vode, autoionizacija vode i također autodisocijacija vode. Još je jedan podatak bitan, a to je da voda vrlo slabo disocira, samo jedna od  $10^7$  molekula vode će disociirati. To zapravo znači da je udio oksonijevih i hidrosidnih iona zanemariv, pa se može smatrati da je voda gotovo čista i da je množinski udio vode vrlo blizu jednak 1. Ove činjenice imaju za posljedicu da je konstanta ravnoteže za disocijaciju vode jednaka produktu množinskih koncentracija oksonijevih i hidrosidnih iona.



Po dogovoru, takve konstante ravnoteže kod kojih se samo množe koncentracije iona u otopini, nazivamo ionskim produktima. Drugim riječima ravnotežna konstanta ionizacije vode naziva se ionski produkt vode i označava se sa  $K_w$ .

Sobzirom da je nespretno raditi s vrlo malim množinskim koncentracijama oksonijevih i hidroksidnih iona i izražavati ih pomoću velikih negativnih potencija broja 10, uveden je novi pojam pomoću kojega se može izraziti mjera kiselosti otopina za što se koristi oznaka pH. Računski, veličini pH se pristupa pomoću negativnog logaritma. Dakle, može se reći da pH vrijednost na kodirani način daje informaciju o množinskoj koncentraciji oksonijevih iona u jako razrijeđenoj vodenoj otopini. Na sličan način definira se veličina pOH kao negativni logaritam brojčane vrijednosti množinske koncentracije hidroksidnih iona.

U nastavku jedinice obrađeni su indikatori i pokazano je u kojem intervalu pH vrijednosti mijenjaju boju u različitim otopinama.

Nekoliko primjera riješenih zadataka, interaktivni zadatak i ponuđeni kviz pridonijet će dobrom razumijevanju obrađene teme.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Potaknite učenike iz razreda da primjenom jednostavne metode aktivnoga i suradničkoga učenja pod nazivom *Razmisli u paru i zamijeni* da razmisle o temi kako vodene otopine kiselina i baza provode električnu struju. Učenici prvo imaju zadatak pojedinačno razmisliti o toj temi, zatim nađu suradnika i u paru razmijene svoje mišljenje (3-4 minute).

### Razrada sadržaja i poučavanja

Potaknite učenike s teškoćama da pažljivo, samostalno ili radom u skupinama pročitaju nove inkluzivno prikazane sadržaje o ionskim produktima vode, koncentraciji oksonijevih i hidroksilnih iona, pH-mjeri kiselosti otopina i dr.

Pri svemu tome provjerite u radu s učenicima jesu li razumjeli nove pojmove, uvijek ponovite ključne pojmove koji su važni za razumijevanje nove jedinice, primjerice: konstanta ravnoteže, autoprotoliza, reaktanti i dr. Na takav način ćete ostvariti unutarpredmetno povezivanje (istoga razreda, prethodnih razreda srednje pa i osnovne škole) i time osigurati nadograđivanje novim pojmovima utemeljenima u prethodno usvojenom gradivu. Na takav ćete način unaprijediti kompetencije svojih učenika s teškoćama u novim temama.

Unutar teme se pojavljuju zadatci za vježbanje (množinska koncentracija, koncentracija hidroksidnih iona i dr.), svi su utemeljeni u inkluzivnom prikazu s isticanjem ključnih pojmova, kemijskih simbola, računskih operacija što pridonosi uspješnosti učenika u rješavanju problemskih zadataka.

U zadatcima nastavne jedinice *Ravnotežna konstanta ionizacije vode i pH-vrijednost*, označeni su pojedini simboli, svi su prikazani u *Tablici 3.* koju vrijedi koristiti kao podsjetnik.

$K_w$	konstanta ionskog produkta vode
$K_b$	konstanta disocijacije baze
$K_a$	konstanta disocijacije kiseline
c	množinska koncentracija

Nekoliko primjera riješenih zadataka, interaktivni zadatak i ponuđeni kviz, sve uz inkluzivni prikaz pridonijet će dobrom razumijevanju obrađene teme. Pri svemu tome ne smije izostati izlučivanje vrijednosti u formulama, podacima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina, vrijednostima mjernih jedinica. S obzirom na individualne potrebe učenika, u svim etapama rada, potrebno je osigurati primjereno vrijeme rješavanja zadatka.

Rad u paru uvijek djeluje poticajno na učenike s teškoćama jer osigurava podršku suučenika.

### Završetak

Ponuđeni kviz pridonijet će dobrom razumijevanju obrađene teme, uvijek uz inkluzivni prikaz opisan u prethodnim temama.

### Upute za rad s darovitim učenicima

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM. Usmjerite pažnju učenika na aktualnost teme, neka dodatno istraže problem "kiselih knjiga" i "mrtvih papira".



## 4.4. Soli

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ pojedinoj soli pridružiti odgovarajući naziv
- ✓ prikazati različite načine dobivanja soli jednadžbama kemijskih reakcija
- ✓ izračunati ravnotežnu konstantu otapanja soli
- ✓ na temelju vrijednosti ravnotežne konstante otapanja soli zaključiti je li sol dobro, slabo ili gotovo netopljiva u vodi
- ✓ predvidjeti pH-vrijednost različitih vodenih otopina soli

### Metodika nastave predmeta

Soli su definirane kao spojevi koji se sastoje većinom od kationa metala i aniona kiselinskog ostatka. Za primjer je navedeno nekoliko soli. Koristeći pojmove entalpije kristalne rešetke i entalpije hidratacije, objašnjena je topljivost soli koje su ionski spojevi. Međutim, kod spojeva koji su slabo topljivi u vodi, kreće se od pretpostavke da je koncentracija soli konstantna upravo zato što se sol slabo topi. Za takve soli definira se veličina „produkt topljivosti“ kao produkt koncentracija pojedinih iona u otopini potenciranih brojem iona u formuli spoja. Budući da se u izračunu produkta topljivosti koriste različiti eksponenti potencija, ovisno o različitim brojevima iona kod različitih spojeva, učenike treba posebno upozoriti da moramo voditi računa o tome da mjerna jedinica konstante produkta topljivosti nije za sve spojeve jednaka. Jedinica je uvijek  $(\text{mol dm}^{-3})^n$  gdje  $n$  ovisi o broju iona u otopini. Nekoliko priloženih zadataka

pomoći će da učenici lakše savladaju pitanje produkta topljivosti. U jedinici je opisano dobivanje soli izravnom sintezom elemenata, reakcijom metala i kiseline, reakcijom neutralizacije, te reakcijom dvostruke izmjene iona i dani su primjeri takvih reakcija.

Opisane su kiselo-bazne titracije, a za primjer je obrađeno određivanje koncentracije titracijom s lužinom, i to u obliku digitalno simuliranog pokusa.

Također je obrađeno pitanje hidrolize soli i razjašnjeno pitanje kada su soli neutralne, a kada pokazuju kiselu ili lužnatu reakciju.

U obliku pitanja i odgovora obrađen je pojam kompleksnih spojeva na primjerima soli prijelaznih metala, te je objašnjen pojam centralnog metalnog atoma i liganda.

U jedinici su dani računski zadatci, te jedan zadatak srednje i jedan visoke interaktivnosti. Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

Soli:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/soli/>

Sad me vidiš, sad me ne vidiš:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/sad-me-vidis-sad-me-ne-vidis/>

Nedostaje li vam soli:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/nedostaje-li-vam-soli/>

Žlica soli – manje ili više:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/zlica-soli-manje-ili-vise/>

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Temu o solima utemeljite u najpoznatijoj soli, kuhinjskoj soli (kamena, morska). Svakako istaknite rasprostranjenost soli u prirodi, najpoznatija nalazišta prikažite na gospodarskoj karti, motivirajte učenike pregledom odabranog kratkog filma o solanama (Pag, Nin). Aktualizirajte važnost soli za život ljudi s posebnim naglaskom na umjerenost u konzumiranju.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Obavezno planirajte ponavljanje prethodno usvojenih pojmova kao što su: ionska veza, ionska građa, karakteristična svojstva tvari, entalpija kristalne strukture i dr. U aktivnost ponavljanja uvedite igrovne aktivnosti: asocijacije, kratki kviz, sve uz jednostavne i sažete upute i zadatak potaknut slikovnim prikazima (npr. u radu s učenicima na spektru autizma i dr.) ili nekim drugim grafičkim organizatorima. Sve možete potaknuti i provesti i putem igre, npr. Otok znanja (loto igra s podlogom, kartice s pitanjima i odgovorima).

Kada se u nastavnoj jedinici pojavljuju pojmovi koje učenici nisu upoznali u prethodnim susretima u nastavi obavezno ih izdvojite i protumačite, u jedinici se tako pojavljuje geometrijski oblik kompleksnog iona i VSEPR model.

Usmjereno promatranje slika u galeriji o pojavnosti minerala u prirodi dodatno potaknite kratkim pitanjima, u koliko su pak učenici tijekom izvanučioničke nastave posjetili neko od nalazišta (npr. Cerovačke pećine) neka podijele iskustva. Kada su u vašem razredu učenici oštećena vida (slijepi učenici ili visokoslabovidni učenici) iskoristite njihova iskustva (doživljaj prostora dodirrom, mirisima i dr.) boravka na nalazištu.

Potaknite učenike inkluzivnog razreda da dodatno istraže razloge za uporabu praška za pecivo te sode bikarbone, neka zapišu odgovore svojih roditelja. Jednako tako mogu istražiti uporabu ekoloških sredstava za čišćenje u domaćinstvu (npr. kuhinjska sol), ali i modre galice osobito kada se škola nalazi u vinorodnom kraju Hrvatske.

Uvođenje učenika u pojam elektrolize te načine dobivanja soli učenici će lakše razumjeti kada u učionici demonstrirate pokus, potom usmjereno gledanje videozapisa. Izvedbu pokusa ili videozapis, radi učenika oštećena vida, kratko i jednostavno opišite (materijal, pribor, koraci izvedbe). Sažetak pokusa uz slikovni predložak pripremite prije izvedbe pokusa ili gledanja videozapisa, na takav način učenici s teškoćama u razredu (učenici oštećena sluha, učenici s motoričkim oštećenjima, učenici s poremećajem čitanja i pisanja, učenici s ADHD poremećajem, učenici iz spektra autizma) mogu proučiti tekst unaprijed te spremnije sudjelovati u nastavi.

U svrhu rješavanja zadataka u koracima slijedite smjernice iz prethodnih DOS jedinica. Pri svemu tome usvajanje sadržaja prilagodite individualnim potrebama učenika iz razreda. To se posebno odnosi na zadatke visoke interaktivnosti, kada je potrebno usmjeravajte učenike tijekom rada, pružite dodatnu potporu uvođenjem u postupak rješavanja zadatka.

U zadatcima nastavne jedinice *Soli*, označeni su pojedini simboli, svi su prikazani u *Tablici 4.* koju vrijedi koristiti kao podsjetnik.

## Završetak

Ponudeni kviz pridonijet će boljem razumijevanju obrađene teme, uvijek uz inkluzivni prikaz opisan u prethodnim temama.

## Upute za rad s darovitim učenicima

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM.



## 4.5. Pufferi

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ opisati puferske sustave na temelju kiselinско-baznih reakcija
- ✓ naglasiti sastav i ulogu pufera u ljudskom organizmu
- ✓ prepoznati ulogu pufera u svakodnevnom životu

### Metodika nastave predmeta

Pufere se može predstaviti kao čuvare kiselo-bazne ravnoteže. Važno je naglasiti da gotovo svi biološki procesi teku povoljno samo uz neki nepromjenljivi pH. Pufferi su ti koji omogućavaju reguliranje stabilnog pH za pojedini proces čak i u slučaju da se u procesu pojavi neka smetnja koja bi mogla destabilizirati kiselo-baznu ravnotežu. Smjesa slabe kiseline i njezine konjugirane baze ili slabe baze i njezine konjugirane kiseline ima svojstvo da se može oduprijeti promjeni pH vrijednosti nakon dodavanja kiseline ili baze, te u slučaju razrjeđenja.

Potrebno je definirati kapacitet pufera, pokazati kako se može izračunati pH vrijednost pufera, a poseban interes se može posvetiti karbonatnom puferu koji je najvažniji za održavanje kiselo-bazne ravnoteže u izvanstaničnim tekućinama, npr. u krvi.

Pet računskih zadataka i zadatak srednje interaktivnosti omogućavaju praktično vježbanje i provjeru usvojenosti svojstava pufera.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

Ostat ću uvijek isti:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/ostati-cu-uvijek-isti/>

### Mini-Projekt: Pripremanje i provjeravanje pokusa na temelju publicirane demonstracije pufera

Projekt omogućava korelaciju sa svim strukama. Naime, svako znanstveno istraživanje, bilo u prirodoslovnom ili u društvenom području, sastoji se od sljedećih aktivnosti:

1. promatranje prirodnih ili društvenih pojava i njihovog djelovanja na okolinu,
2. postavljanje različitih hipoteza koje objašnjavaju barem neke od uočenih djelovanja te pojave
3. postavljanje pokusa koji će potvrditi pojedinu hipotezu
4. objedinjavanje potvrđenih hipoteza u teoriju koja najbolje objašnjava proučavanu pojavu
5. objavljivanje rezultata u priznatim znanstvenim časopisima
6. provjera objavljenih rezultata od strane nezavisnih znanstvenika

Bit priznate znanstvene činjenice sastoji se u mogućnosti provjere objavljenih rezultata višekratnim ponavljanjem istog pokusa, tj. izloženosti znanstvenoj kritici na međunarodnoj razini. Cilj takvog preispitivanja priznatih teorija u prvom redu predstavlja bazu daljnjeg napretka u objašnjavanju prirodnih pojava i postavljanju sveobuhvatnije teorije koja je u stanju objasniti na prvi pogled raznorodne prirodne ili društvene pojave.

Međutim, bilo je slučajeva da objavljene rezultate nije bilo moguće ponoviti u nezavisnom ponovljenom istraživanju. Tome je najčešće razlog neka sustavna pogreška u mjerenju ili u uvjetima koji su vladali u laboratoriju. Međutim, bilo je slučajeva namjernih podvala i publiciranja izmišljenih podataka. Takvih slučajeva je bilo ne samo u prirodnim znanostima kada su publicirani izmišljeni podatci npr. o molekulskim i kristalnim strukturama nekih novih spojeva, nego i u društvenim znanostima kada su publicirani podatci npr. o izmišljenim fosiliziranim nalazima u Engleskoj o nedostajućoj kariki u evoluciji čovjeka (the Piltdown Man fraud) iz 1912. što je razotkriveno tek 1953. godine. Stoga je važno učenike upoznati s potrebom kritičke provjere publiciranih podataka i uvježbati ih u pozornom čitanju, preispitivanju objavljenih podataka, te pripremanju ponavljanja objavljenog pokusa i pozitivnoj kritici objavljenih zaključaka.

Kao primjer takvog pristupa može poslužiti videozapis na kojemu je prikazano ponašanje puferske otopine. Ovim mini-projektom učenici će na jednostavan način razumjeti što je to pufer, a također će se susresti s potrebom i načinom provjere objavljenih rezultata. Demonstracija pufera prikazana je na poveznici:

<https://www.youtube.com/watch?v=P-R-Cqvb5yo>

Učenički zadatak se sastoji u sljedećim koracima:

1. ponoviti što su to puferi
2. pažljivo pratiti videouradak na kojemu je prikazano ponašanje puferne otopine
3. uočiti ključne elemente prikazanog postupka, raditi bilješke i napomene
4. načiniti popis korištenog materijala i pribora
5. uočiti vrijednosti i manjkavosti prikazanog postupka, postoje li propusti glede sigurnosti
6. napisati detaljnu pripremu koja uključuje opis postupka koji treba provesti
7. nabaviti svu potrebnu opremu, uređaje i kemikalije
8. provesti pripremljeni pokus
9. usporedbom dobivenih i objavljenih rezultata potvrditi ili opovrgnuti rezultate objavljenog pokusa
10. napisati izvješće koje sadrži kritiku ili potvrdu objavljenog pokusa. U izvješće uključiti neki primjer znanstvene obmane pronađene pretraživanjem interneta i konzultacijom s nastavnicima svih struka.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Uvodnu zanimljivost o puferima ispričajte kao kratku informaciju tzv. ledolomac usmjeren na buđenje radoznalosti i motivacije za učenjem. Prije nego što otkrijete ključni pojam "puferi" postavite nekoliko pitanja svojim učenicima inkluzivnoga razreda: Što ste sve saznali novo? Koji su najvažniji biološki procesi u našem organizmu? Kako djeluju čuvari u našem organizmu? Odgovore učenika zapišite na papir, potom zaokružite ili markirajte ključne riječi koje dovode do pojma "pufer".

### Razrada sadržaja i poučavanja

Šest istraživačkih pitanja te odgovore o puferima možete iskoristiti za zbirku zanimljivosti o puferima, pripremite setove kartica s pitanjima i odgovorima. Dogovorite zanimljiv susret u nastavi s nastavnikom/com i učenicima susjednog razrednog odjela, neka skupine Vaših učenika predstave pitanja, potom odgovore, osmislite neki zanimljiv način prezentacije.

Videozapise o crvenim krvnim zrnima te kretanju plinova kroz stijenke alveola pogledajte nekoliko puta, svakako uvijek uz dostupnost sažetog teksta na hrvatskome jeziku. Tijekom gledanja filma pažnju pojedinih učenika s teškoćama (učenici s ADHD poremećajem, učenici na spektru autizma) možete dodatno usmjeriti postavljanjem kratkih pitanja.

### Završetak

Pet računskih zadataka i zadatak srednje interaktivnosti prikazan prema inkluzivnim smjernicama omogućavaju praktično vježbanje i provjeru usvojenosti svojstava pufera. Tekst svih zadataka je primjereno oblikovan, fontom, veličinom te proredom, s lijevim poravnanjem teksta. U zadacima su zadebljanjem teksta istaknuti bitni



podatci, potrebni za razumijevanje i rješavanje pojedinog zadatka. S obzirom na individualne razlike i potrebe učenika s teškoćama pažnje, oštećena vida, sa specifičnim teškoćama učenja, učenika iz spektra autizma važno je da su sve oznake (kemijski simboli, računske operacije) pregledno označene i napisane kako bi se izbjeglo netočno usvajanje, pisanje i čitanje fizikalnih veličina, te osigurao uspjeh u rješavanju.

### **Upute za rad s darovitim učenicima**

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM.

Učenici koji žele naučiti više mogu pročitati zanimljiv tekst pod naslovom *pH i puferi* (autorica: doc. dr. sc. Lovrić, J., Zavod za kemiju i biokemiju, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu).

Postavite problemsko pitanje: Zašto je vodikov ion važan za održavanje života ljudi?



## 4.6. Usustavljanje gradiva o otopinama, kiselinama, bazama i solima

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ uspoređivati otopine po sastavu i svojstvima
- ✓ usporediti kiseline, baze i pufere po sastavu, vrsti i svojstvima
- ✓ primijeniti matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka
- ✓ argumentirati primjenu Arrheniusove, Brønsted-Lowryjeve i Lewisove teorije kod definiranja kiselina i baza

### Metodika nastave predmeta

Vrlo je važno potruditi se da učenici pojedine nastavne jedinice ne spremaju u „ladice“ koje jedna s drugom nemaju nikakve veze. Zbog toga je potrebno dobro proraditi ovakve jedinice u kojima se objedinjuje znanje sakupljeno kroz nekoliko nastavnih jedinica.

Nastavnik će tijekom rada s učenicima lako utvrditi do koje su mjere učenici savladali pojedino gradivo. Ovisno o tome saznanju, nastavnik može veći naglasak staviti na pojedinu nastavnu jedinicu i bitno promijeniti koncepciju ove jedinice. Naime, ova jedinica je samo prijedlog kako se može sustavno ponoviti gradivo nekoliko srodnih tema.

Jedan od učinkovitih načina usustavljanja gradiva raspoređenog u više nastavnih jedinica sastoji se u tome da se razred podijeli u grupe, ovisno o vrsti i razini znanja koje nije usvojeno u zadovoljavajućoj mjeri. Darovite učenike koji imaju smisla za



prenošenje znanja, večstruko je koristno zaposliti da rade s takvim grupama učenika kojima treba dodatni poticaj.



**5. MODUL:**  
**ELEKTROKEMIJA**

# 5. ELEKTROKEMIJA

## UVOD

Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima i odnosi se na peti modul nastave za drugi razred srednje škole. Peti modul nosi naslov „Elektrokemija“. U priručniku je ukratko prikazano šest jedinica koje su obuhvaćene petim modulom. Kroz pet jedinica objašnjeni su pojmovi; redoks reakcija, galvanski članci i elektrodni potencijal, elektrolizni članci, elektrokemijski izvori električne energije te korozija. Šesta jedinica objedinjuje gradivo opće kemije 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:

- 5.1. Redoks reakcije
- 5.2. Galvanski članci i elektrodni potencijal
- 5.3. Elektrolizni članci
- 5.4. Elektrokemijski izvori električne energije
- 5.5. Korozija
- 5.6. Usustavljivanje gradiva iz opće kemije

## ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI MODULA:

- ✓ analizirati promjene u elektrokemijskim člancima
- ✓ povezati električni naboj s promjenom množine tvari na elektrodama
- ✓ razviti znanstveni pogled
- ✓ sistematizirati elektrokemijske pojave
- ✓ rješavati problemske zadatke
- ✓ vrjednovati elektrokemijske pojave u svakodnevnom životu
- ✓ pokazati interes prema alternativnim izvorima energije

## METODIKA NASTAVE PREDMETA

Nastava kemije svakako mora biti praćena pokusima koji imaju veću vrijednost ako ih izvode učenici. Za veliki broj pokusa koje se može izvesti u školi nije neophodno raspolagati sa zahtjevnom opremom, skupim kemikalijama i posebnim prostorijama. Pokuse je potrebno prilagoditi na takav način da ih učenici mogu izvoditi poštujući sva pravila sigurnosti. Nastava bez pokusa ne može biti uspješna. Međutim, samo izvođenje pokusa nije garancija da je nastava uspješna. Svaki pokus mora biti ne samo doživljen, nego i objašnjen korištenjem jednadžbi kemijskih reakcija. Naročito je važno odmah nakon izvedenog pokusa i objašnjenja

provjeriti koliki je broj učenika razumio objašnjenja. Ako se ova provjera razumijevanja pokusa ne veže uz provjeru znanja i ocjenjivanje, onda se može očekivati da će učenici bez straha od loše ocjene postavljati pitanja i priznati da nešto nisu razumjeli. Takvim pristupom realno je za očekivati da kemija ne bude tretirana kao „težak predmet“ kojega ne treba niti pokušati razumjeti. U suprotnom, dobro izvedeni pokus učenici mogu doživjeti kao mađioničarsku predstavu u kojoj se vide zanimljivi efekti, ali im ostaje nejasno kako je i zašto do njih došlo. Kod provjere znanja pitanjima kod kojih postoji 50%-tna vjerojatnost točnog odgovora, svakako uvijek treba tražiti i objašnjenje. Tek argumentiranim odgovorom na pitanje „Zašto?“ možemo procijeniti da nije bilo pogađanja i slučajno točnog izbora.

Računski zadatci koji su uključeni u ovom modulu nisu zahtjevni s računskog aspekta. Istraživanja Nacionalnog centra za vanjsko vrjednovanje pokazala su na uzorku od 25 000 učenika da veliki broj učenika ima problema s elementarnim računskim operacijama. Zbog toga se na ovakvim jednostavnim zadacima osim kemijskih pojmova, može također uvježbavati i elementarno računanje, pretvaranje mjernih jedinica, iskazivanje zadanih podataka pomoću potencija broja deset, rad bez pomoći kalkulatora računajući napamet i „pješke“. Da učenici ne bi ovakav pristup shvatili kao uvredu jer se od njih traži nešto što „oni odavno znaju“, ovakav način rada može se prikazati kao igra i natjecanje „mozak protiv kalkulatora“ i uspoređivati rezultate dobivene kalkulatorom s onima dobivenim bez pomoći kalkulatora. Time se ostvaruje snažna korelacija s fizikom i matematikom, a nakon nekoliko sati ovakvog pristupa zadacima, i učitelj/ica i učenici će biti iznenađeni rezultatima.

Rješavanje računskih zadataka, prije bilo kakvih razmišljanja o tome kako zadatak riješiti, treba započeti s izlučivanjem svih podataka zadanih riječima i njihovim izražavanjem pomoću simboličkog jezika. Ta procedura kolikogod izgledala jednostavna i nepotrebna ima vrlo veliku metodičku važnost u savladavanju metodologije rješavanja zadataka! Između ostalog, vrijeme potrošeno na izlučivanje zadanih podataka, najčešće je dovoljno vrijeme inkubacije potrebno za traženje načina rješavanja zadatka.

Pri rješavanju zadataka uz numerički pristup, gdje god je to moguće, treba njegovati i grafički pristup. Takvim načinom rada njeguje se korelacija s matematikom i fizikom, a učenici uvježbavaju crtanje dijagrama koristeći digitalne alate, ali također, što je jednako važno, skiciranje dijagrama bez pomoći digitalnih alata.



## 5.1. Redoks-reakcije

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ odrediti oksidacijski broj u zadanome primjeru
- ✓ povezati pojmove oksidacije i redukcije s promjenom oksidacijskoga broja
- ✓ riješiti jednostavnije i složenije redoks-reakcije u vodenim otopinama

### Metodika nastave predmeta

U ovoj jedinici je reakcija aluminija i joda opisana pomoću dvije parcijalne jednadžbe koje prikazuju reakciju oksidacije i reakciju redukcije. Ove dvije reakcije se događaju istovremeno, pa je reakcija sinteze aluminijeva jodida poslužila kao primjer redoks-reakcije. Na primjeru je objašnjeno da atom aluminija u reakciji otpušta 3 elektrona i tako se oksidira. S druge strane atom joda prima 2 elektrona i tako se reducira. U nekim reakcijama bilo bi teško napisati jednadžbe koje opisuju procese oksidacije i redukcije. Zbog toga je uveden pojam oksidacijskog broja koji pokazuje stupanj oksidacije svakog atoma u formuli spoja. Oksidacijski broj se označava rimskim brojem iznad simbola elementa, a određuje ga se, za svaki atom nekog spoja, na temelju nekoliko pravila. Pravila nisu komplicirana, ali pak je potrebno na većem broju primjera s učenicima izvježbati kako se oksidacijski broj određuje. Zatim, ponovo vježbanjem na većem broju reakcija, treba utvrditi način kako se oksidacijski broj koristi kod pisanja parcijalnih jednadžbi redoks reakcija. U ovoj jedinici predložen je niz zadataka na kojima se može izvježbati redoks reakcije u kiselom i u lužnatom

mediju, a za neke primjere prikazan je način rješavanja. Na kraju je prikazana shema po kojoj se redoks reakcije mogu riješiti, a da se ne moraju pisati parcijalne jednačbe.

Učenici koje u kemiji posebno zanimaju procesi redukcije i oksidacije mogu svoje znanje proširiti rješavanjem niza zadataka priloženih na kraju ove jedinice, a mogu i od učitelja zatražiti dodatne primjere. Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

### Redoks reakcije:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/redoks-reakcije/>

### Uputa za rad s učenicima s teškoćama

U svrhu upoznavanja općenitih didaktičko-metodičkih uputa za rad s učenicima s teškoćama, ideje 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)

### Uvod i motivacija

U ovoj složenoj jedinici u kojoj dolazi do prijenosa elektrona i promjena oksidacijskog broja atoma u tvarima koje se oksidiraju i reduciraju, dobro je poslužiti se primjerima iz svakodnevnoga života, primjerice uporaba magnezija u različitim vrstama raketa, bljeskalicama klasičnih fotoaparata i sl. Na primjerima objasnite pojavu redoks-reakcije, pri svemu ponovite značenje pojmova oksidacija i redukcija.

Odabrani videozapis o reakciji aluminija i joda prikažite u obliku sažetka, poticajnim pitanjima usmjerite pažnju učenika na gledanja filma. Kada su u Vašem razredu uključeni i učenici oštećena vida, primjerice slijepi učenici, važno je slikovito opisivati pokus prikazan u videozapisu.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Pravila za određivanja oksidacijskog broja prikažite pomoću pregledne tablice, istaknite oksidacijske brojeve atoma i molekula pojedinih kemijskih elemenata, pripadajuće rimske brojeve, s pozitivnim i negativnim predznakom. Na jednostavnim primjerima objasnite načine računanja i zapisivanja oksidacijskog broja. Takvim preglednim pristupom olakšat ćete brojnim učenicima s različitim teškoćama primjerice s poremećajem pažnje i hiperaktivnosti, s poremećajem čitanja i pisanja, učenicima oštećen sluha i dr. uvođenje u određivanje oksidacijskog broja. Vježbajte na dovoljnom broju primjera kako bi učenici pokazali određenu razinu samostalnosti. Pri svemu tome nikada ne smiju izostati podsjetnici s pravilima.

Budući da je u ovoj jedinici prikazan niz zadataka na kojima se mogu izvesti redoks reakcije (u kiselom, u lužnatom mediju, s izostankom pisanja parcijalne jednačbe) pratite uspješnost učenika s teškoćama, osigurajte rješavanje onih tipova zadataka u kojima učenici pokazuju bolji uspjeh.

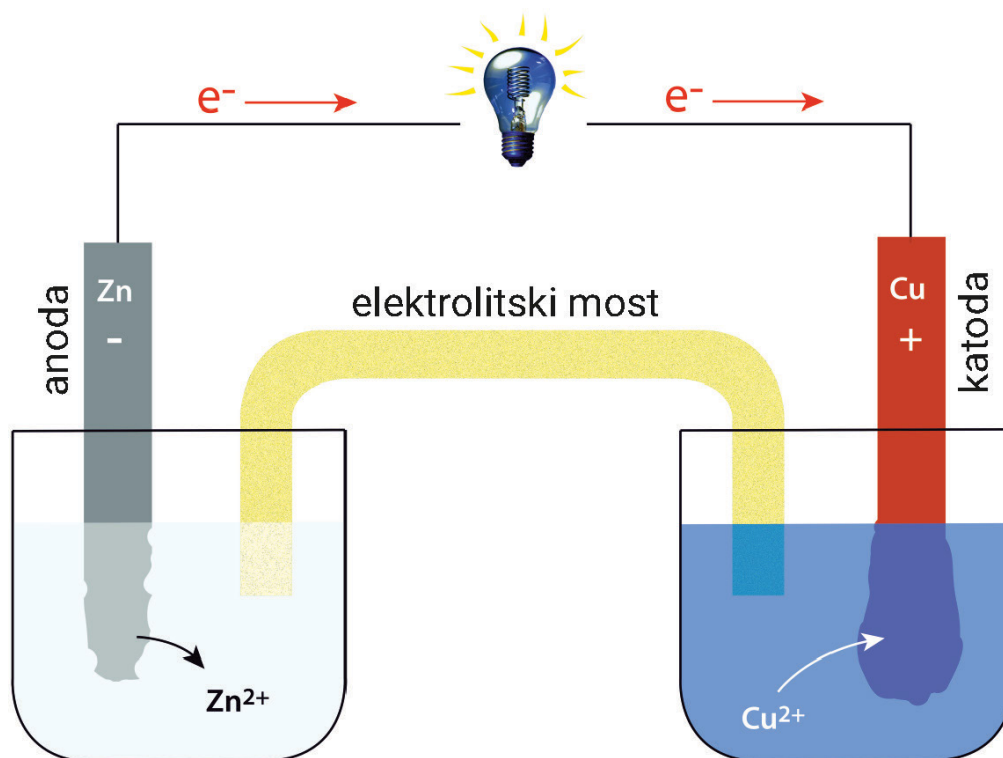


## Završetak

Uz rješavanje zadatka Kviza znanja pripremite i tablicu za Samovrednovanje (što sam naučio, što je lagano, što je teško u novom gradivu).

### Upute za rad s darovitim učenicima

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM.



## 5.2. Galvanski članci i elektrodni potencijal

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ usporediti reaktivnost alkalijskih metala u reakciji s vodom
- ✓ opisati galvanski članak kao izvor električne energije
- ✓ predvidjeti kemijske reakcije koje će se dogoditi na elektrodama galvanskog članka
- ✓ izračunati napon galvanskog članka

### Metodika nastave predmeta

Reaktivnost metala nije jednaka za sve metale. Što se metal lakše oksidira, to je njegova reaktivnost veća. Težnja metala da se oksidira mjeri se za elektrodni potencijal. Jednostavnim pokusom može se pokazati reaktivnost pojedinog metala, i to tako da se promatra reakcija nekog metala s klorovodičnom kiselinom. Različiti metali će istiskivati vodik iz kiseline različitim intenzitetom, a neki metali uopće neće istisnuti vodik. U skladu s ovim pokusom učenici mogu složiti skalu s nizom elemenata poredanih po reaktivnosti. Neka u sredini skale bude vodik, na desnoj strani od vodika neka budu elementi koji istiskuju vodik, a na lijevoj oni koji ne istiskuju vodik. Na temelju poznavanja niza elektrodnih potencijala, moguće je s dva različita metala načiniti galvanski članak. Takav članak spontano pretvara kemijsku energiju u električnu, kojoj je moguće izračunati razliku električnog potencijala. Od dva metala koji čine galvanski članak, kao anoda je definiran onaj metal koji je negativan jer se na njemu zbiva oksidacija, a kao katoda je definiran pozitivno nabijeni metal na

kojemu se događa redukcija. Kao primjer galvanskog članka predstavljen je Daniellov članak. On je načinjen od dva različita metala, svaki metal je uronjen u otopinu svoje soli što čini dva polučlanka, a polučlanci su povezani elektrolitičkim mostom kojega se također naziva elektrolitičkim ključem. Metale treba povezati vodičem preko trošila ili mjernog instrumenta koji će pokazati protok električne struje. Da bi učenici razumjeli važnost i ulogu elektrolitičkog mosta, važno je napomenuti da je funkcija elektrolitičkog mosta da neutralizira višak pozitivnih odnosno negativnih iona u pojedinom polučlanku, a da tehnički i kemijski most može biti izveden na različite načine.

Da razumijevanje reaktivnosti nekog metala ne bi ostalo na razini intenziteta mjehurića koji se oslobađaju u pokusu, učenike treba informirati o standardnoj vodikovoj elektrodi kao uređaju pomoću kojega se može mjeriti standardni elektrodni potencijal svakog metala, uz dogovor da je za vodik on jednak nuli. Priloženi zadatci pomoći će učenicima u savladavanju gradiva.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

### **Struju struja:**

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/struji-struja/>

### **Mini-projekt: Voltin elektrokemijski niz**

Učenici se susreću s različitim izvorima električne energije. Osim s izmjeničnom strujom iz električne mreže, koja služi za pogon mnogih kućanskih i industrijskih strojeva, učenici se susreću i s izvorima istosmjerne struje. To su baterije napona od 1 do 9 V korištene u elektroničkim uređajima i akumulatori napona 6 V korišteni u osobnim automobilima. Među prvim izvorima električne struje nalazi se Voltin stup.

Učenici trebaju ponoviti gradivo o elektrokemijskom nizu i galvanskim člancima. Nakon toga mogu jednostavno izraditi Voltin stup i pomoću njega istražiti sljedeće postavke:

1. Voltin stup je električna baterija, tj. izvor istosmjerne struje, načinjena od jednog ili više parova Metal 1/Metal 2. Koliki napon daje baterija s jednim parom Metal 1/Metal 2? Pogodan par metala je cink/bakar.
2. Povećanjem broja parova Metal 1/Metal 2 povećava se napon baterije. Jesu li parovi spojeni serijski ili paralelno? Koliki napon je ostvaren s n parova Metal 1/Metal 2. Dobiveni rezultat normirati na jedan par i usporediti s rezultatom iz prvog zadatka. Jesu li rezultati jednaki ili se razlikuju?
3. Provjeriti elektrokemijski niz. Zamijeniti par Metal 1/Metal 2 nekom drugom kombinacijom Metal 3/Metal 4. Da li dobiveni napon baterije odgovara podacima prikazanim elektrokemijskim nizom? Koliki napon je ostvaren s n parova Metal 3/Metal 4?

4. Provjeriti ulogu elektrolita stavljenog između Metala 1 i Metala 2 unutar para. Između metala stavljati suhu krpicu ili krpicu namočenu u tekućine bitno različitih vodljivosti. Kakav napon pokazuje Voltin stup u različitim uvjetima?

Napomena: Svako mjerenje provesti barem tri puta, izračunati srednju vrijednost i pogrešku mjerenja.

Za ovaj mini-projekt potrebna je:

1. posuda u koju se može staviti više parova pločica Metal1/Metal2
2. odabrati različite parove metala od kojih će biti načinjen Voltin stup
3. krpica koju se stavlja između dva metala
4. elektrolit u koji treba namočiti krpicu
5. voltmetar za područje 1-10 V
6. dva kabela za spajanje voltmetra s Voltinim stupom.

Po završetku pokusa, treba napraviti:

1. izvješće u pisanom obliku
2. prezentaciju pomoću nekog od digitalnih alata
3. održati predavanje o rezultatima istraživanja i donesenim zaključcima
4. osim rezultata pokusa, uključiti pregled rada znanstvenika koji je konstruirao prvi galvanski članak (Alessandro Volta, 1745. – 1827.)

Napomena: Ovaj mini-projekt omogućava korelaciju s fizikom.

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Učenici iz iskustva i prethodnog školovanja znaju da se metali međusobno razlikuju po fizikalnim svojstvima, uvodni pokus potvrdit će jesu li različita i kemijska svojstva.

Uz dodatne mjere opreza te korištenje primjerene zaštitne opreme učenici mogu sudjelovati u izvedbi pokusa, tada najlakše uče budući da spoznaja dolazi čineći. Razgovarajte o reakcijama: zašto neki metali reagiraju vrlo burno, a neki uopće ne reagiraju.

Reaktivnost metala prikažite grafički, na vertikalnoj skali ili pravcu, tako će si brojni učenici s teškoćama lakše predočiti a onda i lakše usvojiti usporedbe kemijske reaktivnosti u odnosu na neki određeni element, npr. vodik.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Da bi učenici razumjeli pojmove galvanski članak, anoda, katoda, elektrodni potencijal, Danielov članak, napon članka, redukcijski elektrodni potencijal potrebna je demonstracija te provjeravanje razumijevanja novih pojmova. Kako bi pojedini učenik s teškoćama razumio sadržaj zadatka, učenike je potrebno uvoditi u postupak rješavanja zadatka, pružajući im podršku u svakom koraku zadatka.

Primjeri s voćem koji mogu poslužiti kao galvanski članak, sok kao elektrolit dodatno će pobuditi interes učenika.

Podrška u razumijevanju pojedinih pojmova i zadataka jest i perceptivno prilagođavanje samog teksta zadatka, s istaknutim ključnim riječima koje, uz slike i shematske prikaze, pridonose usvajanju. Perceptivno prilagođeni zadatci podrška su i smjernica u nastavi sa svim učenicima iz razreda.

U zadatcima nastavne jedinice *Galvanski članci i elektrodni potencijal*, označeni su pojedini simboli, svi su prikazani u *Tablici 2.* koju vrijedi koristiti kao podsjetnik.

$E^\circ$	standardni redukcijski elektrodni potencijal
$U$	potencijal galvanskog članka ili napon

Priloženi zadatci, razrađeni po koracima s istaknutim inkluzivnim smjernicama za rješavanje, mogu olakšati rješavanje problemskih zadataka, važno je individualno pratiti rad svakog pojedinog učenika, u skladu sa sposobnostima pružati mu dodatnu potporu.

### Završetak

Uz rješavanje zadataka iz Kviza znanja pripremite i tablicu za Samovrednovanje (što sam naučio/la, što je lagano, što je teško u novom gradivu).

### Upute za rad s darovitim učenicima

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM.



### 5.3. Elektrolizni članci

#### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ opisati elektrolizni članak
- ✓ razlikovati galvanski od elektroliznog članka
- ✓ opisati postupak elektrolize
- ✓ razlikovati elektrolize talina i vodenih otopina nekih soli
- ✓ primijeniti Faradayev zakon za izračunavanje promjene množine tvari na elektrodama u jednome članku ili serijski spojenim člancima

#### Metodika nastave predmeta

Elektrokemija proučava odnos između kemijske i električne energije. Međutim, jedna od prvih stvari koje učenicima treba naglasiti u ovom području je da elektrokemiju treba promatrati u dva smjera i da su oba smjera važna. Jedan smjer proučava pretvorbu kemijske energije u električnu i tada govorimo o galvanskim člancima i izvorima električne energije, a drugi smjer proučava pretvorbu električne energije u kemijsku i tada govorimo o procesima elektrolize u elektroliznim člancima. U prethodnoj nastavnoj jedinici obrađeni su galvanski članci, u sljedećoj će biti prezentirani elektrokemijski izvori električne energije, a u ovoj jedinici bit će obrađeni postupci elektrolize, tj. rastavljanja tvari djelovanjem električne struje. Elektrolitički članak se sastoji od posude s elektrolitom u koji su uronjene dvije elektrode spojene na izvor istosmjerne struje. Elektrolit može

biti talina ili vodena otopina neke soli, kiseline ili lužine. Kako ne bi pomiješali elemente galvanskog članka s elementima elektroliznog članka, učenike treba upozoriti da je kod elektrolitičkih članaka anoda pozitivni, a katoda negativni pol.

Kao instruktivni primjeri obrađene su elektrolize taline, a isto tako i vodene otopine natrijeva klorida. U pokusu je obrađena elektroliza vodene otopine kalijeva jodida na kalij i jod koji zatim reagira sa škrobom iz krumpira. Pokus je slikovito nazvan „Krumpir kao elektrolizni članak“, iako zapravo krumpir služi kao posuda koja sadrži škrob i u koju je ulivena otopina kalijeva jodida koja služi kao elektrolit. Elektrolizi vode te elektrolizi vodenih otopina različitih soli posvećena je posebna pozornost. Elektroliza je također obrađena s kvantitativnog aspekta, pa je pokazano da postoji izravna kvantitativna veza između mase izlučene tvari na elektrodi i ukupnog naboja koji prođe kroz elektrolizni članak. Ovi odnosi definirani su kao prvi i dugi Faradayev zakon. Za vježbanje i provjeru znanja, učenicima je ponuđen niz zadataka s rješenjima. Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

### **Struji struja:**

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/struji-struja/>

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

### **Uvod i motivacija**

Učenicima demonstrirajte elektrolizni članak, odnosno sastavnice od kojih se sastoji. Učenici mogu promatrajući elektrolizni članak opisati isti. U skupinama, učenici se prisjećaju galvanskog članka i njegovih sastavnica. Učenike se u opisivanju vodi potpitanjima. Kako bi se naglasila razlika elektroliznog i galvanskog članka, sličnosti i razlike možete zapisati u tablicu. U radu s učenicima s teškoćama, poželjno je pripremiti tablicu unaprijed, s ispisanim sličnostima i razlikama. Pritom je poželjno perceptivno istaknuti sadržaj te primjereno oblikovati tekst.

### **Razrada sadržaja i poučavanja**

S učenicima izvodite pokuse s elektroliznim člankom. Kako bi učenici s teškoćama, pratili izvođenje pokusa, pokus prikažite u koracima, uz slikovne prikaze. Dijelove elektroliznog članka, također prikažite crtežima. Kako bi učenicima približili pojam elektroliznog članka, u pokusima koristite izvore iz neposredne okoline učenika (npr. krumpir i dr.).

U jedinici se obrađuje Faradayev zakon za izračunavanje množine tvari. Učenicima je potrebno pripremiti tablicu s označenim simbolima fizikalnih veličina. Tablica služi kao podsjetnik učenicima u rješavanju zadataka (*Tablica 3.*).

$n$	množina tvari
$Q$	električni naboj
$z$	broj elektrona koji sudjeluju u redoks-reakciji
$F$	Faradayeva konstanta
$t$	vrijeme
$I$	jakost električne struje
$m$	masa

Također, učenicima pripremite podsjetnik s odgovarajućim formulama, primjerice, u crvenom okviru:

$$Q = I \cdot t$$

Zadatke je potrebno perceptivno prilagoditi, istaknuti i izdvojiti bitno iz tekstualnog dijela zadatka. Kako bi učenici usvojili nove fizikalne veličine koje se pojavljuju u zadacima te način rješavanja zadatka, s učenicima prvotno rješavajte jednostavnije zadatke. Učenike, osobito s teškoćama pažnje i aktivnosti, potrebno je voditi kroz rješavanje zadataka u koracima.

### Završetak

S učenicima ponovite usvojene nove pojmove. Osmislite kviz i podijelite učenike u skupine. Učenici rješavaju kviz na kraju jedinice. Učenike uvodite u postupak rješavanja zadatka te omogućite korištenje podsjetnika i kalkulatora.

Uz rješavanje zadataka iz Kviza znanja pripremite i tablicu za Samovrednovanje (što sam naučio/la, što je lagano, što je teško u novom gradivu).

### Upute za rad s darovitim učenicima

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM.





## 5.4. Elektrokemijski izvori električne energije

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ uočiti važnost elektrokemije u svakodnevnom životu
- ✓ opisati princip rada gorivnog članka kao suvremenog izvora električne energije

### Metodika nastave predmeta

Prve spoznaje o elektricitetu povezane su s izvorom istosmjerne električne struje, s galvanskim člankom kojega je konstruirao Volta. Danas su u uporabi primarni i sekundarni galvanski članci, vrlo različitih tehničkih izvedbi i karakteristika, ovisno o zahtjevima koji se na njih postavljaju u vezi uvjeta u kojima se primjenjuju. Učenike treba upozoriti da je razlika između ta dva tipa galvanskih članaka u tome, što su primarni izvori neobnovljivi izvori energije jer se kemijska energija ireverzibilno pretvara u električnu. Za sekundarne izvore danas je uobičajeno reći da su to obnovljive, punjive (rechargeable) baterije jer se u njima događaju reverzibilne kemijske reakcije. Kod galvanskih članaka tijekom redoks procesa anoda se oksidira i postaje izvor elektrona koji sudjeluju u protoku električne struje od anode do katode.

Gorivni članci su također sekundarni galvanski članci. Važno je pripaziti da ih učenici ne nazivaju GORIVI članci, jer oni ne gore. Pravilan naziv je GORIVNI članci jer se oni ponašaju analogno pećima koje troše gorivo i daju energiju i otpadne tvari kao npr. dim i pepeo. Što je „gorivo“, a što rezultat „gorenja“ kod gorivnih članaka?

Kod gorivnih članaka anoda i katoda sudjeluju u redoks procesu, ali tako da redoks proces osim električne struje također daje produkte koje treba odvoditi iz reakcijske posude. To također znači da reaktante, tj. anodu i katodu treba neprestano dovoditi jer se troše u reakciji. Učenicima treba naglasiti da reaktante, tj. anodu i katodu treba neprestano dovoditi jer se troše u reakciji, a produkte odvoditi. To je razlog da se ovakve galvanske članke naziva gorivni članci. Kao primjer gorivnog članka obrađen je članak u kojemu su reaktanti anoda vodik i katoda kisik, a produkt je voda i električna energija.

Za darovite učenike koji žele znati više kemije, moguće je proširiti listu ponuđenih zadataka i pokusa.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

### Gorivni članci:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/gorivni-clanci/>

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Potaknite učenike razreda na kontinuiranu akciju sakupljanja te primjerenog odlaganja baterija koje inače svakodnevno rabe kao izvore energije za raznolike uređaje: baterijske svjetiljke, daljinski upravljači, radio-prijemnici i dr. S učenicima izradite kutiju za sakupljanje i postavite je na vidljivom mjestu u školi.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Nakon što su se učenici podsjetili elektrokemijskih izvora električne energije koje poznaju iz svoje okoline, demonstrirajte učenicima primjere elektrokemijskih izvora. Učenicima opisujte vrste elektrokemijskih izvora (baterije i akumulatori) prikazane na fotografijama. S obzirom na individualne potrebe učenika, potrebno je demonstraciju prilagoditi pojedinom učeniku. Primjerice, učeniku s teškoćama pažnje i koncentracije, važno je usmjeravati pažnju tijekom demonstracije i opisa elektrokemijskih izvora. Učenicima s oštećenim vidom, važno je usmeno detaljno opisati izvore. Učenicima možete proslijediti fotografije i kartice s nazivima vrsta primarnih i sekundarnih izvora. U jedinici se pojavljuju zadatci s brojnim kemijskim jednadžbama. Potrebno je primjereno oblikovati simbole kemijske jednadžbe (veličina, font, prored, razmak), osobito za učenike s teškoćama učenja. U pisanju jednadžbi, možete se poslužiti bojom, kako bi učenicima jasnije prikazali što se jednadžbom dobiva, tko sudjeluje u zadanoj jednadžbi.

U zadatcima nastavne jedinice *Elektrokemijski izvori električne energije*, označeni su pojedini simboli, svi su prikazani u *Tablici 4.* koju vrijedi koristiti kao podsjetnik.

$U$	napon
-----	-------

## Završetak

Učenike podijelite u skupine s po četiri člana. Pred učenicima se nalaze fotografije elektrokemijskih izvora obrađenih u jedinici te kartice s nazivima istih. Učenici okretanjem kartica, poput igre Memory, pronalaze par odabrane fotografije i naziva elektrokemijskog izvora. Učenike s poremećajem pažnje i aktivnosti, potrebno je usmjeravati u igri (čekanje na red). Učenicima s oštećenjem vida, potrebna je pomoć u opisu kartica koje učenik otkrije u igri.

## Upute za rad s darovitim učenicima

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM.



## 5.5. Korozija

### Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti proces korozije željeza
- ✓ poznavati neke načine zaštite od korozije željeza

### Metodika nastave predmeta

Korozija je također elektrokemijski proces koji je spontan i zbog toga ga je teško spriječiti. Kod željeza, korozija je nepoželjna reakcija jer korodirani željezni predmeti gube čvrstoću i oblik, tj. degradiraju mehanička i fizikalna svojstva ne samo na površini nego i dubinski. Za razliku od željeza, metali kao bakar, srebro i aluminij korodiraju samo površinski, a korodirani sloj ove metale štiti od daljnje korozije. Dakle, elektrodni potencijal metala i kemijski uvjeti u okolišu utječu na podložnost metala koroziji i na njezin intenzitet. Borba protiv korozije i zaštita metala od korozije je predmet kako znanstvenog tako i industrijskog istraživanja zbog velikih ekonomskih šteta do kojih dolazi zbog korozije.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/redoks-reakcije/>

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Koroziju, kao elektrokemijski proces istražite u okruženju škole, potaknite učenike zadatkom za rad kod kuće, neka fotografiraju mobitelom barem jedan predmet u domaćinstvu na kojem se uočavaju posljedice elektrokemijskog utjecaja korozije.

### Razrada sadržaja i poučavanja

Nakon što su se učenici podsjetili procesa korozije, primjerima iz svoje okoline, učenicima dodatno demonstrirajte primjere procesa korozije. Učenicima opisujete vrste metala odnosno njihovu otpornost od korozije. Ponavljajte s učenicima ranija znanja o svojstvima metala, no i o uvjetima koji utječu na pojavu korozije. Ponovite položaj istih elemenata u periodnom sustavu, PSE. S obzirom na individualne potrebe učenika potrebno je demonstraciju prilagoditi pojedinom učeniku. Primjerice, učeniku s teškoćama pažnje i koncentracije, važno je usmjeravati pažnju tijekom demonstracije. Učenicima s oštećenim vidom, važno je usmeno detaljno opisati demonstrirano. Ponovite ranije usvojen pojam oksidacije i njegovu povezanost s korozijom. Također, pored naziva kemijskih spojeva, potrebno je kemijskom formulom popratiti naziv spoja. Kemijski spojevi mogu se pisati u dvije ili tri boje, osobito kod učenika s poremećajem iz spektra autizma, kako bi elemente spoja povezali s periodnim sustavom i ranije opisanim svojstvima određene skupine elemenata. U jedinici se pojavljuje pojam standardnog elektrodnog potencijala ( $E^\circ$ ). Oznaku fizikalne veličine, zapišite učeniku u njegov podsjetnik formula i oznaka fizikalnih veličina. U jedinici se pojavljuju zadatci dopunjavanja ili višestrukog izbora te zadatci s kemijskim jednadžbama. Važno je učenike uvoditi u postupak rješavanja zadataka. Po potrebi, učeniku pročitajte zadatak, osobito učenicima s teškoćama učenja. Vodite brigu o primjereno oblikovanom tekstu.

### Završetak

Učenicima pripremite Kviz koji sadržava zadatke kombiniranog tipa. Pružite podršku u rješavanju zadataka (uvođenje u postupak, podsjetnici i dr.) U kvizu koristite primjere koji su obrađeni u nastavnoj jedinici. S obzirom na teškoće učenja, teškoće pažnje i koncentracije, primjereno oblikujte tekst kviza.

### Upute za rad s darovitim učenicima

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM.

Potaknite interes učenika istraživanjima o zaštitnim sredstvima i postupcima usmjerenima na smanjivanje štetnih utjecaja.



## Metodika nastave predmeta

Vrlo je važno potruditi se da učenici pojedine nastavne jedinice ne spremaju u „ladice“ koje jedna s drugom nemaju nikakve veze. Zbog toga je potrebno dobro proraditi ovakve jedinice u kojima se objedinjuje znanje sakupljeno kroz nekoliko nastavnih jedinica. Učitelj će tijekom rada s učenicima lako utvrditi do koje su mjere učenici savladali pojedino gradivo. Ovisno o tome saznanju, učitelj može veći naglasak staviti na pojedinu jedinicu i bitno promijeniti koncepciju ove jedinice. Naime, ova jedinica je samo prijedlog kako se može sustavno ponoviti gradivo nekoliko srodnih tema, a učitelj može izborom dodatnih zadataka dati težište na dio gradiva za koji smatra da je posebno važno dodatno obraditi. Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Skole, a koji se nalaze na CARNET-ovoj mrežnoj stranici:

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/struji-struja/>

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/gorivni-clanci/>

<https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/redoks-reakcije/>

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

Učenike podijelite u skupine. Vodite računa o primjerenom broju učenika u skupini, osobito u skupinama gdje su učenici s poremećajem pažnje i aktivnosti te učenici s poremećajem iz spektra autizma. Zadatak skupine je da timskim radom, sudjeluje u ponavljanju i vježbanju usvojenog nastavnog sadržaja.

### Razrada sadržaja i učenja i poučavanja

U satu usustavljivanja, svakako koristite metodu praktičnog rada, odnosno osigurajte izvođenje pokusa u skupinama. Izaberite pokuse koji se odnose na nastavne sadržaje obrađene nastavne cjeline. Za demonstraciju i izvođenje pokusa ponovite s učenicima mjere sigurnosti u rukovanju kemijskim priborom i kemikalijama. Pružite fizičku podršku učeniku s motoričkim oštećenjima. Učeniku s oštećenjem vida, opisujte što se izvodi u svakom koraku pokusa. Učenike s poremećajem pažnje i aktivnosti te poremećajem iz spektra autizma, potrebno je usmjeravati kroz izvođenje pokusa te svaki korak ispisati i popratiti slikovnim prikazom. Kroz pokuse s učenicima ponovite nove pojmove.

U satu usustavljivanja, s učenicima izradite grafičke organizatore. Učenici će po skupinama izrađivati individualne umne mape. Neka učenici izvlače krovni pojam ispisan na papiru te u skupini izrađuju svoj prikaz. Učenicovu pažnju usmjeravajte potpitanjima koje će učenike voditi u izradi umne mape. Svaka skupina predstaviti će svoje umne mape.

S učenicima ponovite zadatke računskog tipa. Primjereno oblikujte tekst zadatka, perceptivno istaknite bitno u zadatku te izdvojite poznate podatke. Učenike s poremećajem pažnje i aktivnosti, teškoćama učenja, dodatno potičite na korištenje

podsjetnika s formulama i oznakama fizikalnih veličina. Provjerite jesu li učenici razumjeli zadatke te vodite učenike kroz rješavanje zadataka.

### Završetak

Na ploču ili slajd ispišite važne pojmove obrađene nastavne cjeline. Vodite računa o preglednosti napisanog. S obzirom na učenike s oštećenjem vida, teškoćama učenja, pročitajte naglas pojmove ispisane na ploči ili slajdu. Potaknite učenike da se samostalno javljaju, izabiru pojam te navode natuknice koje se odnose na odabrani pojam.

### Upute za rad s darovitim učenicima

Više o smjernicama u radu s [darovitim učenicima s teškoćama](#) možete naći na poveznici Centra inkluzivne potpore IDEM.