



## 2. MODUL:

# ATOM I PERIODNI SUSTAV ELEMENATA

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

**Voditeljica projekta:** Mirta Ambruš Maršić

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

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

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

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

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

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

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

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

**Prijelom:** Ivan Belinec

**Lektura:** Tanja Konforta, Marina Fakac

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

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

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

**Više informacija:**

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET

Josipa Marohnića 5, 10000 Zagreb

tel.: +385 1 6661 500

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

Više informacija o fondovima EU:

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

2018. g.



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

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

## SADRŽAJ

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

# 2. Atom i periodni sustav elemenata

## UVOD

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

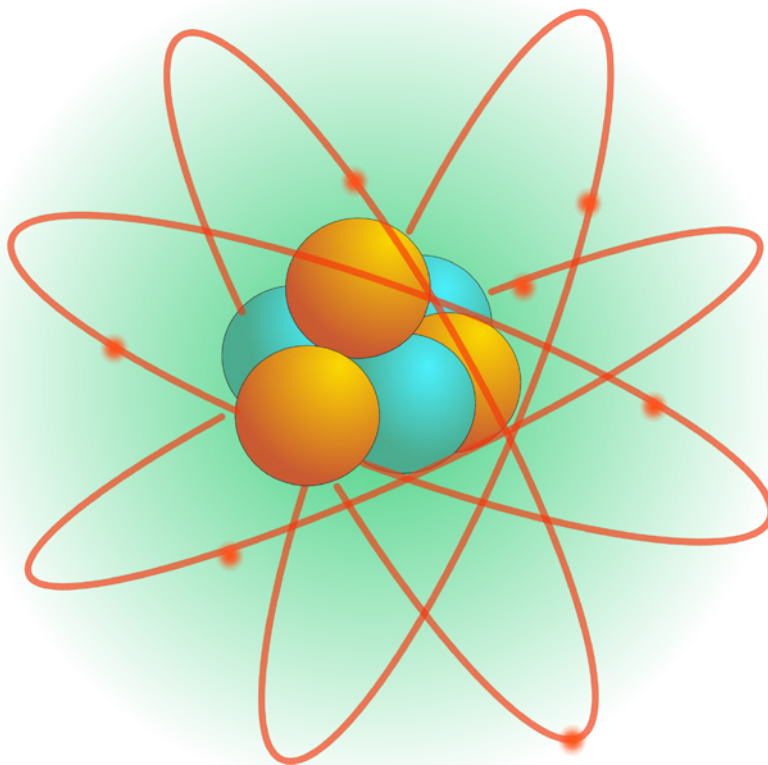
U ovom modulu kao i u prethodnom, ranije stečena znanja učenika će se obnoviti i osvježiti ponavljanjem, dopuniti i podignuti na višu razinu opsegom i dubinom na području građu jezgre i elektronskog omotača atoma te poimanja da se fizikalna i kemijska svojstva tvari mogu povezati s građom atoma. Značaj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

## POPIS JEDINICA:

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

## Odgojno-obrazovni ishodi:

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



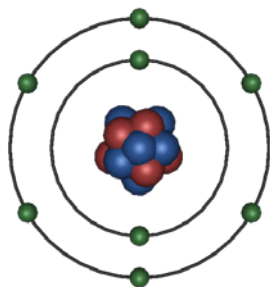
## 2.1. Građa atoma

Odgojno-obrazovni ishodi:

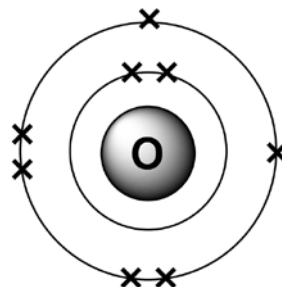
- ✓ navesti svojstva subatomske čestice u atomu
- ✓ analizirati tijek i zaključke Ruthefordovog pokusa
- ✓ upotrijebiti protonski i nukleonski broj u određivanju broja subatomske čestice i vrste atoma

### Metodika nastave predmeta

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



Slika 1



Slika 2

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

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

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

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

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

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

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

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

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

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

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

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

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

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

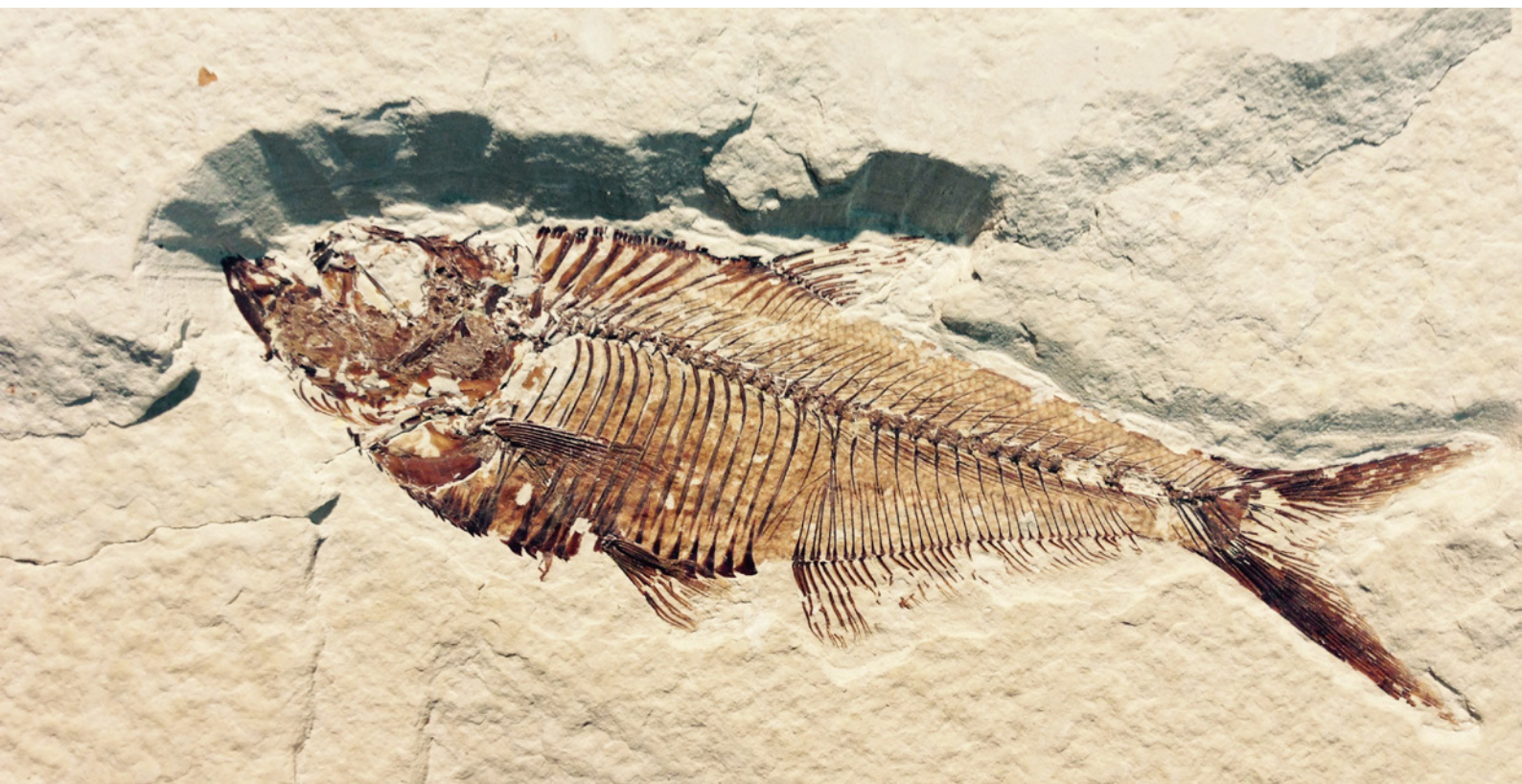
Pri zapisivanju nukleonskog i protonskog broja, potrebno je voditi učenike teškoćama tijekom aktivnosti. Istaknite im važnost točnog i urednog zapisivanja, ali imajte u vidu da perceptivne i motoričke teškoće mogu biti prepreka u točnom i urednom zapisivanju gornjeg i donjeg indeksa. Svakako ponudite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

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

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

### Završetak

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



## 2.2. Izotopi i izobari

Odgojno-obrazovni ishodi:

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

### Metodika nastave predmeta

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

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



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

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

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

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

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

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

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

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

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

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

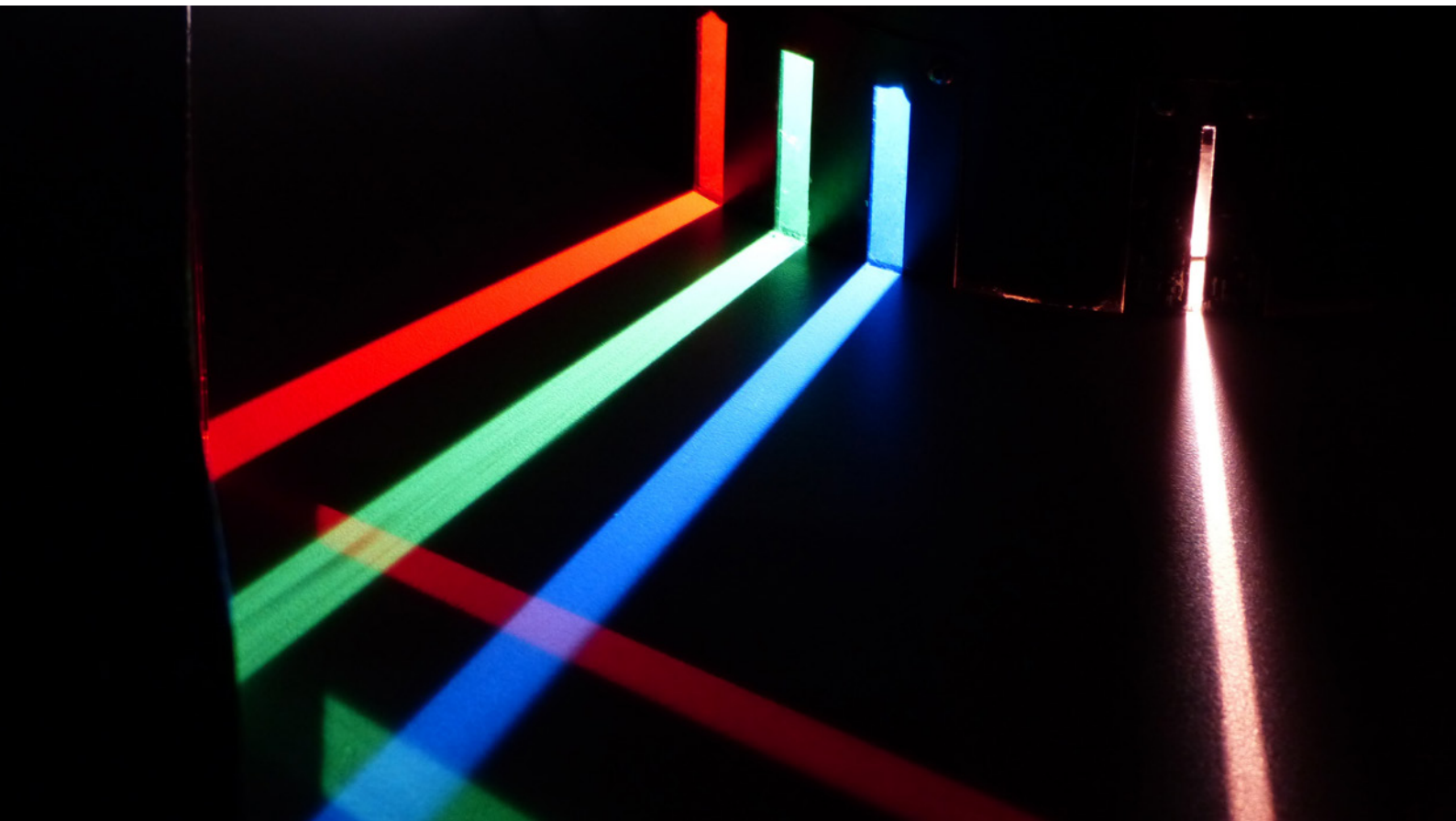
## Završetak

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

## Upute za rad s darovitim učenicima

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

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



## 2.3. Elektronski omotač atoma

Odgojno-obrazovni ishodi:

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

### Metodika nastave predmeta

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

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

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

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

## **Elektronski mikroskop**

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

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

## **Vatromet**

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

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

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

### **Uvod i motivacija**

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

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

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

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

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

### Završetak

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

### Upute za rad s darovitim učenicima

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

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

## 2.4. Periodni sustav elemenata

Odgovorno-obrazovni ishodi:

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

### Metodika nastave predmeta

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

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

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

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

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

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

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

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

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

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

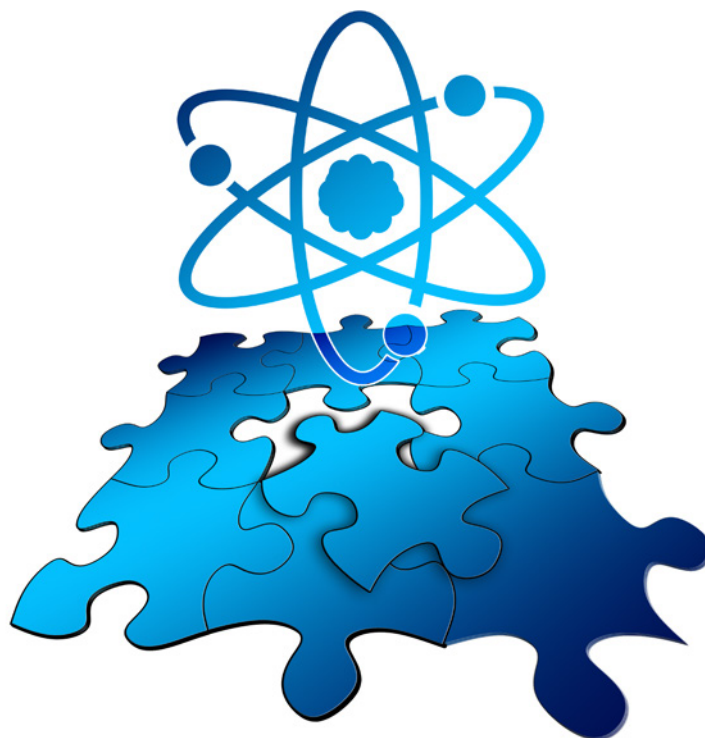
otkrića vezanih uz otkriće periodnog sustava elemenata kroz povijest, potaknite učenike s teškoćama da se aktivno uključe u istraživački miniprojekt. Na taj način pobuđujete njihov interes za proučavanjem kemije te potičete njihovo uključivanje u skupni rad razreda. Učenicima s teškoćama treba točno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

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

## Završetak

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





## 2.5. Periodičnost svojstava elemenata

Odgojno-obrazovni ishodi:

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

### Metodika nastave predmeta

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

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

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

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

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

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

## Uputa za rad s učenicima s teškoćama

### Uvod i motivacija

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

### Razrada sadržaja učenja i poučavanja

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

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

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



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

### Završetak

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

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