

3. Građa tvari

U ovoj cjelini učiš od čega su građeni atomi, što su kemijski elementi i izotopi, kako čitati periodni sustav elemenata, kako su građene elementarne tvari i kemijski spojevi te kako s pomoću valencija pisati kemijske formule i imena spojeva.

Rješenja svih zadataka nalaze se na kraju ovoga dokumenta.

3.1. Građa atoma

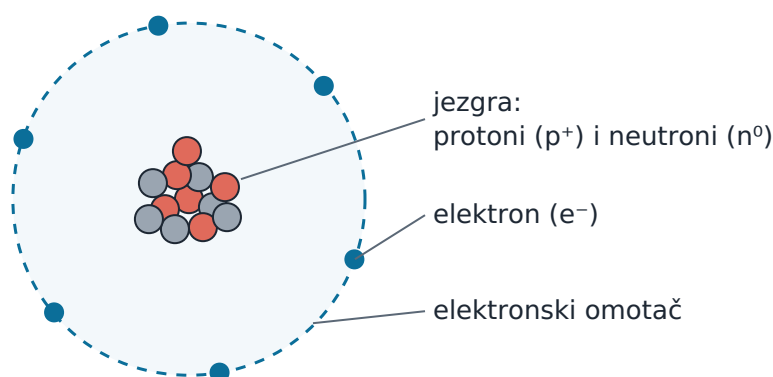
Udžbenik: str. 60–62

Nakon ove lekcije moći ćeš:

- opisati građu atoma i imenovati subatomske čestice
- razlikovati protonski i nukleonski broj
- izračunati broj protona, neutrona i elektrona u atomu

Sažetak

- Grčki filozofi **Leukip i Demokrit** pretpostavili su da se tvari sastoje od malih nedjeljivih čestica. Naziv atom dolazi od grčke riječi *atomos* = nedjeljiv.
- **John Dalton** početkom 19. stoljeća na temelju pokusa obnavlja atomističku teoriju.
- **J. J. Thomson** 1897. otkriva elektron – atom, dakle, ipak nije nedjeljiv.
- **Difuzija** je prodiranje čestica jedne tvari među čestice druge tvari zbog nasumičnoga gibanja (npr. ljubičasto obojenje vode oko kristala kalijeva permanganata). Ona pokazuje da su tvari građene od čestica.



Shematski prikaz atoma ugljika: 6 protona i 6 neutrona u jezgri, 6 elektrona u omotaču. Crtež nije u mjerilu – omotač je oko 10 000 puta širi od jezgre.

Čestica	Simbol	Relativni naboj	Relativna masa	Gdje se nalazi
proton	p^+	+1	1837	u jezgri

neutron	n^0	0	1839	u jezgri
elektron	e^-	-1	1	u elektronskom omotaču

- Protoni i neutroni zajedno se zovu **nukleoni** i čine pozitivno nabijenu **jezgru** (nukleus).
- Elektroni se brzo gibaju oko jezgre i čine **elektronski omotač** (oblak).
- Proton ima oko 2000 puta veću masu od elektrona, pa je **masa atoma približno jednaka masi jezgre**.
- Promjer omotača oko 10 000 puta je veći od promjera jezgre: atom je najvećim dijelom prazan prostor.
- Atom je **neutralan** jer ima jednak broj protona i elektrona.

Protonski (atomska) broj: $Z = N(p^+) = N(e^-)$

Nukleonski (maseni) broj: $A = N(p^+) + N(n^0) \rightarrow N(n^0) = A - Z$

Riješeni primjer. Atom ima $Z = 6$ i $A = 14$. Ima 6 protona, 6 elektrona i $14 - 6 = 8$ neutrona.

Ključni pojmovi

atom	čestica građena od pozitivno nabijene jezgre i negativno nabijenoga elektronskog omotača
subatomske čestice	proton, neutron i elektron
nukleoni	zajednički naziv za protone i neutrone
protonski broj, Z	broj protona u jezgri; određuje vrstu atoma i jednak je broju elektrona
nukleonski broj, A	zbroj protona i neutrona u jezgri
difuzija	prodiranje čestica jedne tvari među čestice druge tvari zbog nasumičnoga gibanja

Vježba

1. Atom ima protonski broj 11 i nukleonski broj 23. Koliko neutrona ima?

2. U jezgri atoma je 17 protona i 18 neutrona. Koliki mu je nukleonski broj?

3. Koliko elektrona ima atom iz prethodnoga zadatka?

4. Zašto je atom kao cjelina električki neutralan?

- a) jer neutroni poništavaju naboj protona
- b) jer nijedna čestica u atomu nema naboj
- c) jer je broj protona jednak broju elektrona
- d) jer je broj protona jednak broju neutrona

5. Kada bismo iz atoma uklonili sve elektrone, njegova bi se masa:

- a) smanjila na polovinu
- b) gotovo ne bi promijenila
- c) smanjila na nulu
- d) udvostručila

6. U modelu atoma jezgra je kuglica promjera 1 mm. Koliki bi, otprilike, bio promjer elektronskoga omotača? Odgovor izrazi u metrima.

_____ m

7. Poveži znanstvenika s doprinosom.

1. Demokrit _____

2. John Dalton _____

3. J. J. Thomson _____

- a) najsitniji dio tvari nazvao je atom
- b) otkrio je elektron
- c) pokusima je obnovio atomističku teoriju

8. Kristal kalijeva permanganata na dnu čaše polako oboji svu vodu ljubičasto, iako vodu nitko ne miješa. Objasni pojavu i predloži kako je ubrzati.

9. Koje čestice određuju masu atoma, a koje njegovu veličinu? Obrazloži.

3.2. Kemijski elementi i simboli kemijskih elemenata

Udžbenik: str. 63–65

Nakon ove lekcije moći ćeš:

- objasniti što je kemijski element
- zapisati i pročitati simbole kemijskih elemenata
- razlikovati kvalitativno i kvantitativno značenje simbola

Sažetak

Svi atomi koji imaju **jednak broj protona** pripadaju istom **kemijskom elementu**.

- Svaki je element građen od samo jedne vrste atoma. Svi atomi vodika imaju 1 proton, natrija 11, a klora 17.
- Danas je poznato 118 elemenata; u prirodi ih nalazimo oko 90.
- Dalton je predložio slikovne simbole, ali su bili nepraktični. **J. J. Berzelius** je 1813. predložio da se elementi označavaju prvim ili prvim i još jednim slovom **latinskoga imena** – tako pišemo i danas.
- Prvo slovo simbola je **veliko**, a drugo, ako postoji, **malo**. Simbol čitamo slovo po slovo: H „ha”, He „ha-e”, Hg „ha-ge”.

Element	Simbol	Element	Simbol	Element	Simbol
vodik	H	magnezij	Mg	mangan	Mn
helij	He	aluminij	Al	željezo	Fe
ugljik	C	silicij	Si	bakar	Cu
dušik	N	fosfor	P	cink	Zn
kisik	O	sumpor	S	srebro	Ag
neon	Ne	klor	Cl	jod	I
natrij	Na	kalij	K	zlato	Au
		kalcij	Ca	živa	Hg
				olovo	Pb

Pomoć za pamćenje – simboli dolaze od latinskih imena: C *carboneum*, Ca *calcium*, Na *natrium*, K *kalium*, Fe *ferrum*, Cu *cuprum*, Ag *argentum*, Au *aurum*, Hg *hydrargyrum*, Pb *plumbum*.

Dva značenja simbola

Zapis	Kvalitativno (što?)	Kvantitativno (koliko?)
-------	---------------------	-------------------------

Mg	element magnezij	jedan atom magnezija
3Mg	element magnezij	tri atoma magnezija (3 je koeficijent)

Ključni pojmovi

kemijski element	skup svih atoma s jednakim brojem protona
kemijski simbol	znak elementa: prvo ili prvo i još jedno slovo latinskoga imena
koeficijent	broj ispred simbola ili formule; označava koliko ima atoma ili molekula
kvalitativno značenje	koju vrstu elementa simbol označava
kvantitativno značenje	koliko atoma toga elementa zapis označava

Vježba

1. Poveži element sa simbolom.

1. natrij _____
 2. kalij _____
 3. željezo _____
 4. bakar _____
 5. srebro _____
 6. zlato _____
 7. živa _____
 8. olovo _____
- a) Ag
 - b) Au
 - c) Cu
 - d) Fe
 - e) Hg
 - f) K
 - g) Na
 - h) Pb

2. Dva atoma imaju jednak broj protona, a različit broj neutrona. Pripadaju li istom kemijskom elementu?

- a) da, jer element određuje broj protona
- b) ne, jer imaju različitu masu
- c) ne, jer imaju različit nukleonski broj
- d) samo ako imaju i jednak broj neutrona

3. Atom ima 16 protona, 16 neutrona i 16 elektrona. Napiši njegov kemijski simbol. (Posluži se periodnim sustavom.)

4. Kemijskom simbolikom zapiši: pet atoma sumpora.

5. Učenik je simbol kalcija napisao „CA”. Zašto to nije ispravno?

- a) jer se simboli pišu samo malim slovima
- b) jer je simbol kalcija K
- c) jer simbol mora imati tri slova
- d) jer je drugo slovo simbola uvijek malo: Ca

6. Po čemu se razlikuju zapisi Co i CO?

- a) ne razlikuju se, to je isti zapis
- b) Co je simbol jednoga elementa (kobalta), a CO sadrži simbole dvaju elemenata (ugljika i kisika)
- c) Co je spoj, a CO element
- d) CO je simbol kobalta napisan velikim slovima

7. Zašto je simbol natrija Na, a ne N?

- a) jer je natrij otkriven poslije dušika
- b) jer se simboli biraju nasumično
- c) jer je N već simbol dušika pa je uzeto i drugo slovo latinskoga imena *natrium*
- d) jer natrij ima dva protona

8. Objasni kvalitativno i kvantitativno značenje zapisa: a) Na b) 2Na.

3.3. Izotopi

Udžbenik: str. 66–68

Nakon ove lekcije moći ćeš:

- objasniti što su izotopi
- zapisati i protumačiti oznaku izotopa
- navesti primjenu radioaktivnih izotopa

Sažetak

Izotopi su atomi istoga kemijskog elementa: imaju **isti broj protona**, ali **različit broj neutrona**, pa im se razlikuje nukleonski broj.

Izotop označavamo tako da ispred simbola pišemo nukleonski broj A gore, a protonski broj Z dolje: ${}^A_ZX$, npr. ${}^{14}_6C$. Često pišemo i samo ime s nukleonskim brojem: ugljik-14.

Izotop	Oznaka	Protoni	Neutroni	Elektroni
procij (obični vodik)	${}^1_1H$	1	0	1
deuterij (teški vodik), D	${}^2_1H$	1	1	1
tricij (superteški vodik), T – radioaktivan	${}^3_1H$	1	2	1
ugljik-12	${}^{12}_6C$	6	6	6
ugljik-13	${}^{13}_6C$	6	7	6
ugljik-14	${}^{14}_6C$	6	8	6

- Deuterij ima dva, a tricij tri puta veću masu od procija.
- Jezgre nekih atoma su nestabilne: mijenjaju se i pri tome emitiraju **radioaktivno zračenje**.
- Primjena: nuklearne elektrane (električna energija), medicina (liječenje tumora), mineralogija (određivanje starosti stijena).
- **Marie Skłodowska Curie** (1867. – 1934.) istraživala je radioaktivnost i otkrila radij i polonij. Prva je dobitnica Nobelove nagrade i jedina je nagradu dobila u dvama znanstvenim područjima – fizici i kemiji.

Ključni pojmovi

izotopi	atomi istoga elementa s istim brojem protona, a različitim brojem neutrona
procij, deuterij, tricij	izotopi vodika s 0, 1 i 2 neutrona
radioaktivno zračenje	zračenje koje emitiraju nestabilne jezgre atoma dok se mijenjaju

Vježba

1. Koji par čine izotopi istoga elementa?

- a) ${}^{16}_8\text{X}$ i ${}^{16}_7\text{X}$
- b) ${}^{14}_6\text{X}$ i ${}^{14}_7\text{X}$
- c) ${}^{16}_8\text{X}$ i ${}^{18}_8\text{X}$
- d) ${}^{18}_8\text{X}$ i ${}^{18}_9\text{X}$

2. Koliko neutrona ima atom uranija-235? (protonski broj uranija je 92)

3. Klor ima dva izotopa: klor-35 i klor-37 ($Z = 17$). Koliko neutrona više ima teži izotop?

4. Atom Y ima 20 elektrona i 20 neutrona. Koliki mu je nukleonski broj?

5. Koji je to element (atom Y iz prethodnoga zadatka)? Napiši ime. (Posluži se periodnim sustavom.)

6. Po čemu se izotopi ugljik-12 i ugljik-14 ne razlikuju?

- a) po masi atoma
- b) po broju neutrona
- c) po nukleonskom broju
- d) po broju protona i elektrona

7. Atom ima 1 proton i 2 neutrona. Koja je tvrdnja točna?

- a) to je tritij, radioaktivni izotop vodika
- b) to je atom helija jer ima 3 nukleona
- c) to je deuterij
- d) to je atom litija jer mu je nukleonski broj 3

8. Atom X ima protonski broj 93 i nukleonski broj 239. Odredi broj protona, elektrona i neutrona.

9. Navedi dvije korisne primjene radioaktivnoga zračenja i objasni zašto pri radu s njim trebaju mjere opreza.

3.4. Periodni sustav elemenata

Udžbenik: str. 69–71

Nakon ove lekcije moći ćeš:

- opisati kako je nastao i kako je uređen periodni sustav elemenata
- razlikovati periode i skupine
- iz položaja elementa iščitati podatke o njegovu atomu

Sažetak

- **Dmitrij Ivanovič Mendeljejev** je 1869. objavio tablicu sa šezdesetak tada poznatih elemenata. Poredao ih je prema rastućim atomskim masama i uočio da se slična svojstva **periodično ponavljaju**.
- Neka je mjesta ostavio prazna i tako predvidio elemente koji su otkriveni kasnije.
- Danas je 118 elemenata poredano prema rastućem **rednom broju**, koji je jednak protonskom broju.
- **Periode** su vodoravni redovi (1 – 7). **Skupine** su uspravni stupci (1 – 18).
- Elementi **iste skupine imaju slična kemijska svojstva**.
- **Metali** su lijevo i u sredini (ima ih najviše), **nemetali** desno, a **polumetali** između njih.
- Elementi do rednoga broja 92 (osim tehneacija) nađeni su u prirodi; ostali su umjetno proizvedeni. Konačno ime novom elementu daje IUPAC (npr. 118 je oganeson, Og).

perioda	1	2	13	14	15	16	17	18
1.	1 H							2 He
2.	3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3.	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4.	19 K	20 Ca						

metali polumetali nemetali

Skraćeni prikaz: prvih 20 elemenata i samo skupine 1, 2 i 13–18 (brojevi u zaglavlju). Mali broj je protonski broj. Cijeli periodni sustav nalazi se u udžbeniku na str. 70.

Riješeni primjer. Ugljik je u 2. periodi i 14. skupini. Redni broj mu je 6, dakle ima 6 protona i 6 elektrona. Nalazi se na desnoj strani – nemetal je.

Ključni pojmovi

periodni sustav elemenata	tablica svih elemenata poredanih prema rastućem rednom (protonskom) broju
perioda	vodoravni red periodnoga sustava (1 – 7)

skupina	uspravni stupac periodnoga sustava (1 – 18); elementi skupine imaju slična svojstva
zakon periodičnosti	svojstva elemenata periodično se ponavljaju
IUPAC	Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju; određuje imena elemenata

Vježba

1. Koji se element nalazi u 3. periodi i 16. skupini? Napiši ime.

2. Koliko elektrona ima atom elementa koji se nalazi u 3. periodi i 13. skupini?

3. Koji par elemenata ima najsličnija kemijska svojstva?

- a) natrij i magnezij
- b) natrij i klor
- c) natrij i kalij
- d) natrij i neon

4. Mendeljejev je u svojoj tablici ostavio prazna mjesta. Zašto?

- a) jer nije znao brojiti protone
- b) jer je predvidio da postoje još neotkriveni elementi sa svojstvima koja pripadaju tim mjestima
- c) jer je tablica bila premala
- d) jer je elemente poredao abecedno

5. Usporedi položaj kisika i sumpora u periodnom sustavu. Koja je tvrdnja točna?

- a) u istoj su periodi, a u različitim skupinama
- b) u različitim su periodama i različitim skupinama
- c) kisik je metal, a sumpor nemetal
- d) u istoj su skupini (16.), a u različitim periodama (2. i 3.)

6. Razvrstaj elemente prema položaju u periodnom sustavu.

1. magnezij _____

2. silicij _____

3. klor _____

4. argon _____

- a) metal
- b) nemetal 17. skupine
- c) nemetal 18. skupine (plemeniti plin)
- d) polumetal

7. Element X ima redni broj 19. Što sve možemo zaključiti iz periodnoga sustava?

- a) to je kalij, metal 1. skupine, s 19 protona i 19 elektrona
- b) to je kalcij, metal 2. skupine, s 19 neutrona
- c) to je klor, nemetal, s 19 elektrona
- d) ništa, jer ne znamo nukleonski broj

8. U periodnom sustavu u udžbeniku (str. 70) pronađi element u 4. periodi i 8. skupini. Iznesi što više podataka o njegovu atomu.

3.5. Kako su građene elementarne tvari

Udžbenik: str. 72–75

Nakon ove lekcije moći ćeš:

- opisati građu plemenitih plinova, nemetala i metala
- zapisati elementarne tvari simbolom ili formulom
- razlikovati indeks i koeficijent te izračunati broj atoma

Sažetak

Elementarne tvari	Građa	Zapis
plemeniti plinovi (18. skupina)	pojedinačni atomi	simbol: He, Ne, Ar
većina nemetala	dvoatomne molekule	H ₂ , N ₂ , O ₂ , F ₂ , Cl ₂ , Br ₂ , I ₂
fosfor i sumpor	molekule od 4, odnosno 8 atoma	P ₄ , S ₈
ozon	molekula od 3 atoma kisika	O ₃
ugljik (dijamant, grafit)	strukture od velikoga broja atoma	simbol: C
metali	neograničen broj atoma čvrsto povezanih u pravilne strukture	simbol: Na, Mg, Fe, Cu, Au

- **Molekule** su stabilne čestice nastale povezivanjem dvaju ili više atoma nemetala.
- Ozon u gornjim slojevima atmosfere štiti živa bića od štetnoga ultraljubičastog zračenja.

Indeks (desno dolje) – broj atoma u molekuli. **Koeficijent** (ispred formule) – broj molekula.
Ukupan broj atoma = koeficijent · indeks

Zapis	Značenje	Broj atoma
N	jedan atom dušika	1
3N	tri atoma dušika	3
N ₂	jedna molekula dušika	2
3N ₂	tri molekule dušika	3 · 2 = 6

Ključni pojmovi

molekula	stabilna čestica nastala povezivanjem dvaju ili više atoma nemetala
-----------------	---

molekula elementarne tvari	molekula građena od istovrsnih atoma, npr. O ₂
kemijska formula	zapis koji pokazuje vrstu i broj atoma u molekuli
indeks	broj desno dolje uz simbol; broj atoma u molekuli
plemeniti plinovi	elementi 18. skupine; građeni od pojedinačnih atoma

Vježba

1. Poveži zapis sa značenjem.

1. 2H _____

2. H₂ _____

3. 2H₂ _____

4. H _____

- a) dva atoma vodika
- b) dvije molekule vodika
- c) jedan atom vodika
- d) jedna molekula vodika

2. Od koliko se atoma sastoji pet molekula klora, 5Cl₂?

3. Od koliko se atoma sastoje četiri molekule sumpora, 4S₈?

4. Kemijskom formulom zapiši tri molekule fosfora. (Indeks upiši kao običnu brojku.)

5. Usporedi 3O₂ i 2O₃. Koja je tvrdnja točna?

- a) to su jednake tvari jer sadrže jednak broj atoma
- b) 3O₂ ima više atoma
- c) 2O₃ ima više atoma
- d) oba zapisa sadrže 6 atoma kisika, ali prvi označava tri molekule kisika, a drugi dvije molekule ozona

6. Zašto elementarnu tvar željezo zapisujemo samo simbolom Fe, a ne formulom s indeksom?

- a) jer je željezo građeno od pojedinačnih atoma kao plemeniti plinovi
- b) jer je u metalima povezan neograničen broj atoma pa se indeks ne može odrediti
- c) jer željezo nema atome
- d) jer se indeksi pišu samo uz plinove

7. Koji je niz sastavljen samo od tvari koje pri zapisivanju nemaju indeks?

- a) kisik, dušik, klor
- b) sumpor, fosfor, jod
- c) helij, bakar, ugljik
- d) vodik, neon, zlato

8. Usporedi građu plemenitih plinova i metala. Zašto se obje skupine zapisuju samo simbolom?

3.6. Kako su građeni kemijski spojevi

Udžbenik: str. 76–78

Nakon ove lekcije moći ćeš:

- razlikovati spojeve građene od molekula i spojeve građene od iona
- objasniti kako nastaju kationi i anioni
- odrediti broj protona i elektrona u ionu te sastaviti formulsku jedinku

Sažetak

Kemijski spojevi nastaju kad elementarne tvari međusobno reagiraju. Građeni su od **dviju ili više vrsta atoma**.

Spojevi građeni od molekula

- Molekule spoja građene su od raznovrsnih atoma **nemetala**: klorovodik HCl, voda H₂O, amonijak NH₃.
- Formula ima dva značenja. H₂O: kvalitativno – spoj vodika i kisika; kvantitativno – 2 atoma vodika i 1 atom kisika (ukupno 3 atoma).
- 3H₂O znači tri molekule vode: 6 atoma vodika i 3 atoma kisika.
- **Makromolekule** su molekule građene od vrlo velikoga broja atoma (masti, bjelančevine, ugljikohidrati, plastika).

Spojevi građeni od iona

Ioni su električki nabijene čestice. Nastaju kad atom otpusti ili primi elektrone. Broj protona se pri tome **ne mijenja**.

	Kation (pozitivan ion)	Anion (negativan ion)
nastaje kad atom	otpusti elektrone	primi elektrone
primjer	Na (11 p ⁺ , 11 e ⁻) → Na ⁺ (11 p ⁺ , 10 e ⁻) + e ⁻	Cl (17 p ⁺ , 17 e ⁻) + e ⁻ → Cl ⁻ (17 p ⁺ , 18 e ⁻)
postiže broj elektrona	najbližega plemenitog plina, neona	najbližega plemenitog plina, argona
još primjera	K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Zn ²⁺ , Al ³⁺	F ⁻ fluoridni, Br ⁻ bromidni, O ²⁻ oksidni, S ²⁻ sulfidni, N ³⁻ nitridni

- **Formulska jedinka** je najmanja jedinka ionskoga spoja. Pokazuje najmanji omjer broja kationa i aniona.

- Formulska jedinka je električki neutralna: **zbroj pozitivnih naboja jednak je zbroju negativnih**.
Primjer: na jedan Na^+ dolazi jedan $\text{Cl}^- \rightarrow \text{NaCl}$.
- Ionski spojevi su pri sobnoj temperaturi čvrsti i imaju visoko talište i vrelište, jer se suprotno nabijeni ioni jako privlače.

Riješeni primjer. Koja je formulska jedinka spoja iona Mg^{2+} i Cl^- ?

Jedan Mg^{2+} ima naboj 2+, pa su potrebna dva Cl^- ($2 \cdot 1-$). Formulska jedinka: MgCl_2 .

Ključni pojmovi

molekula kemijskoga spoja	čestica građena od dvaju ili više raznovrsnih atoma nemetala
makromolekula	molekula građena od vrlo velikoga broja atoma
ion	električki nabijena čestica
kation	pozitivno nabijen ion; nastaje otpuštanjem elektrona
anion	negativno nabijen ion; nastaje primanjem elektrona
formulska jedinka	najmanja jedinka ionskoga spoja; pokazuje najmanji omjer kationa i aniona

Vježba

1. Koliko je atoma vodika u sedam molekula vode, $7\text{H}_2\text{O}$?

2. Koliko je ukupno atoma u tri molekule amonijaka, 3NH_3 ?

3. Koliko elektrona ima ion Mg^{2+} ? (protonski broj magnezija je 12)

4. Koliko elektrona ima ion O^{2-} ? (protonski broj kisika je 8)

5. Čestica ima 19 protona i 18 elektrona. Što je ta čestica?

- atom kalija
- anion K^-
- atom argona
- kation K^+

6. Koja je formulska jedinka spoja građenoga od iona Ca^{2+} i Cl^{-} ?

- a) CaCl
- b) CaCl_2
- c) Ca_2Cl
- d) Ca_2Cl_2

7. Koja je formulska jedinka spoja građenoga od iona Al^{3+} i O^{2-} ?

- a) Al_2O_3
- b) AlO
- c) Al_3O_2
- d) AlO_3

8. Po čemu se razlikuju molekula O_2 i molekula H_2O ?

- a) obje su molekule elementarnih tvari
- b) O_2 je molekula spoja, a H_2O elementarne tvari
- c) O_2 je građena od istovrsnih atoma (elementarna tvar), a H_2O od raznovrsnih (kemijski spoj)
- d) ne razlikuju se

9. Usporedi veličinu atoma natrija i iona natrija, Na^{+} . Obrazloži.

10. Kuhinjska sol tali se na vrlo visokoj temperaturi (oko $800\text{ }^{\circ}\text{C}$). Objasni to njezinom građom.

3.7. Valencije, kemijske formule i imenovanje kemijskih spojeva

Udžbenik: str. 79–82

Nakon ove lekcije moći ćeš:

- objasniti što je valencija i odrediti je iz formule spoja
- napisati kemijsku formulu spoja s pomoću valencija
- imenovati jednostavne spojeve dvaju elemenata

Sažetak

Valencija je sposobnost atoma nekoga elementa da se veže s određenim brojem atoma drugoga elementa. Označavamo je **rimskim brojevima**.

- Vodik je uvijek jednovalentan (I). U HCl klor je I, u H₂O kisik je II, u NH₃ dušik je III, u CH₄ ugljik je IV.
- **Kisik je u spojevima dvovalentan (II).**
- Elementi 1. skupine su I, 2. skupine II, a 17. skupine (F, Cl, Br, I) I.
- **Pravilo:** zbroj valencija svih atoma jednoga elementa jednak je zbroju valencija svih atoma drugoga elementa.

Element	Valencija	Element	Valencija
vodik, H	I	sumpor, S	II, IV, VI
ugljik, C	II, IV	željezo, Fe	II, III
dušik, N	II, III, V	bakar, Cu	I, II
kisik, O	II	cink, Zn	II
aluminij, Al	III	živa, Hg	I, II
fosfor, P	III, V	olovo, Pb	II, IV

Pisanje formule u pet koraka

Korak	voda	sumporov(VI) oksid	aluminijev oksid
1. simboli elemenata	H, O	S, O	Al, O
2. valencije	I, II	VI, II	III, II
3. najmanji zajednički višekratnik	2	6	6
4. višekratnik podijelimo valencijama	2 : 1 = 2; 2 : 2 = 1	6 : 6 = 1; 6 : 2 = 3	6 : 3 = 2; 6 : 2 = 3

5. rezultate upišemo kao indekse	H ₂ O	SO ₃	Al ₂ O ₃
----------------------------------	------------------	-----------------	--------------------------------

Indeks 1 ne pišemo. **Obrnuto:** iz formule N₂O₅ određujemo valenciju dušika: pet atoma kisika daje 5 · II = 10, pa na svaki od dva atoma dušika otpada 10 : 2 = V.

Imenovanje spojeva

- Spojevi s kisikom su **oksidi**, sa sumporom **sulfidi**, s klorom **kloridi**, s bromom **bromidi**, s jodom **jodidi**.
- Ime: posvojni pridjev prvoga elementa + naziv drugoga: Na₂O natrijev oksid, MgS magnezijev sulfid, KBr kalijev bromid, ZnI₂ cinkov jodid.
- Ako element ima više valencija, valenciju pišemo rimskom brojkom u zagradi odmah iza pridjeva: N₂O dušikov(I) oksid, NO dušikov(II) oksid, N₂O₃ dušikov(III) oksid, NO₂ dušikov(IV) oksid, N₂O₅ dušikov(V) oksid.
- Čitamo: „dušikov-četiri-oksidi“.
- Neki spojevi imaju općepoznata imena: voda, amonijak, metan, soda bikarbona.

Ključni pojmovi

valencija	spособnost atoma da se veže s određenim brojem atoma drugoga elementa
oksidi	spojevi elemenata s kisikom
sulfidi	spojevi elemenata sa sumporom
najmanji zajednički višekratnik	najmanji broj djeljiv objema valencijama; služi za određivanje indeksa

Vježba

1. Odredi valenciju ugljika u molekuli CO₂. Upiši rimski broj.

2. Odredi valenciju željeza u spoju Fe₂O₃. Upiši rimski broj.

3. Napiši kemijsku formulu silicijeva(IV) oksida. (Indekse upiši kao obične brojke, npr. H₂O.)

4. Napiši kemijsku formulu bakrova(I) oksida.

5. Napiši kemijsku formulu fosforova(V) oksida.

6. Napiši kemijsku formulu kalcijeva klorida. (Kalcij je u 2., a klor u 17. skupini.)

7. Kako se zove spoj SO_2 ?

- a) sumporov oksid
- b) sumporov(II) oksid
- c) sumporov(VI) oksid
- d) sumporov(IV) oksid

8. Poveži formulu s imenom spoja.

1. CO _____

2. CO_2 _____

3. PbO _____

4. PbO_2 _____

5. FeO _____

- a) olovov(II) oksid
- b) olovov(IV) oksid
- c) ugljikov(II) oksid
- d) ugljikov(IV) oksid
- e) željezov(II) oksid

9. Učenik je za aluminijev oksid napisao formulu Al_3O_2 . U čemu je pogriješio?

- a) ni u čemu, formula je točna
- b) valencije je upisao kao indekse uz isti element umjesto da višekratnik podijeli valencijom
- c) aluminij i kisik ne tvore spoj
- d) trebao je napisati AlO

10. Zašto u imenu spoja Na_2O ne pišemo valenciju, a u imenu spoja Cu_2O pišemo?

Kartice za ponavljanje

Izreži kartice po vodoravnim crtama i presavij ih po sredini: pitanje je s jedne, a odgovor s druge strane.

Od čega je građen atom?	Od jezgre (protoni i neutroni) i elektronskoga omotača (elektroni).
Naboji protona, neutrona i elektrona?	Proton +1, neutron 0, elektron –1.
Što je protonski broj, Z?	Broj protona u jezgri; jednak je broju elektrona u atomu.
Što je nukleonski broj, A?	Zbroj protona i neutrona u jezgri.
Kako računamo broj neutrona?	$N(n) = A - Z$
Zašto je atom neutralan?	Jer ima jednak broj protona i elektrona.
Gdje je gotovo sva masa atoma?	U jezgri – proton je oko 2000 puta teži od elektrona.
Što je difuzija?	Prodiranje čestica jedne tvari među čestice druge zbog nasumičnoga gibanja.
Što je kemijski element?	Skup svih atoma s jednakim brojem protona.
Tko je predložio današnje simbole elemenata?	J. J. Berzelius, 1813. godine.
Simboli: natrij, kalij, željezo, bakar?	Na, K, Fe, Cu
Simboli: srebro, zlato, živa, olovo?	Ag, Au, Hg, Pb
Što znači 3Mg?	Tri atoma magnezija (3 je koeficijent).
Što su izotopi?	Atomi istoga elementa s istim brojem protona, a različitim brojem neutrona.
Izotopi vodika?	Procij (0 neutrona), deuterij (1), tricij (2, radioaktivan).

Što je otkrila Marie Curie?	Radioaktivne elemente radij i polonij.
Tko je i kada objavio periodni sustav?	D. I. Mendeljejev, 1869. godine.
Periode i skupine?	Periode su vodoravni redovi (1 – 7), skupine uspravni stupci (1 – 18).
Što vrijedi za elemente iste skupine?	Imaju slična kemijska svojstva.
Gdje su u periodnom sustavu metali, a gdje nemetali?	Metali lijevo i u sredini, nemetali desno, polumetali između.
Koji nemetali tvore dvoatomne molekule?	H ₂ , N ₂ , O ₂ , F ₂ , Cl ₂ , Br ₂ , I ₂
Formule fosfora, sumpora i ozona?	P ₄ , S ₈ , O ₃
Indeks i koeficijent?	Indeks: broj atoma u molekuli. Koeficijent: broj molekula.
Kako nastaje kation, a kako anion?	Kation otpuštanjem, a anion primanjem elektrona.
Što je formulska jedinka?	Najmanja jedinka ionskoga spoja; najmanji omjer kationa i aniona.
Zašto ionski spojevi imaju visoko talište?	Zbog jakih privlačnih sila između suprotno nabijenih iona.
Što je valencija?	Sposobnost atoma da se veže s određenim brojem atoma drugoga elementa.
Valencije vodika i kisika?	Vodik I, kisik II.
Valencije elemenata 1., 2. i 17. skupine?	I, II i I.
Pet koraka pisanja formule?	Simboli → valencije → najmanji zajednički višekratnik → dijeljenje valencijama → indeksi.
Kako se zovu spojevi s kisikom, a kako sa sumporom?	Oksidi i sulfidi.

Ime spoja NO₂?

Dušikov(IV) oksid.

Završni test: Građa tvari

Riješi test bez gledanja u sažetke. Svako pitanje nosi 1 bod.

Bodovi: _____ / 20

1. Atom ima protonski broj 15 i nukleonski broj 31. Koliko neutrona ima?

2. Koja tvrdnja o subatomske česticama nije točna?

- a) protoni i neutroni nalaze se u jezgri
- b) elektron ima negativan naboj
- c) neutron ima približno jednaku masu kao elektron
- d) jezgra atoma je pozitivno nabijena

3. Što određuje kojem kemijskom elementu atom pripada?

- a) broj neutrona
- b) broj protona
- c) nukleonski broj
- d) masa atoma

4. Poveži simbol s elementom.

1. K _____

2. Ca _____

3. Cu _____

4. Hg _____

5. P _____

6. Pb _____

- a) bakar
- b) fosfor
- c) kalcij
- d) kalij
- e) olovo
- f) živa

5. Atomi $^{35}_{17}\text{Cl}$ i $^{37}_{17}\text{Cl}$ razlikuju se po:

- a) broju protona
- b) broju elektrona
- c) kemijskom simbolu
- d) broju neutrona

6. Atom ima 8 protona i 10 neutrona. Napiši ime elementa. (Posluži se periodnim sustavom.)

7. Koliki je nukleonski broj atoma iz prethodnoga zadatka?

8. Element se nalazi u 3. periodi i 17. skupini. Koja je tvrdnja točna?

- a) to je klor, nemetal sa 17 protona
- b) to je sumpor, nemetal sa 16 protona
- c) to je natrij, metal s 11 protona
- d) to je argon, plemeniti plin

9. Koji je niz sastavljen od elemenata sličnih kemijskih svojstava?

- a) Na, Mg, Al
- b) H, He, Li
- c) F, Cl, Br
- d) C, N, O

10. Koliko je atoma u šest molekula dušika, 6N_2 ?

11. Koja je elementarna tvar ispravno zapisana?

- a) He_2
- b) Fe_2
- c) O
- d) S_8

12. Koliko je atoma vodika u pet molekula metana, 5CH_4 ?

13. Koliko elektrona ima ion Al^{3+} ? (protonski broj aluminija je 13)

14. Čestica ima 16 protona i 18 elektrona. To je:

- a) kation S^{2+}
- b) anion S^{2-}
- c) atom sumpora
- d) atom argona

15. Koja je formulska jedinka spoja građenoga od iona Mg^{2+} i N^{3-} ?

- a) Mg_3N_2
- b) Mg_2N_3
- c) MgN
- d) MgN_2

16. **Odredi valenciju sumpora u spoju SO_3 . Upiši rimski broj.**

17. **Napiši kemijsku formulu željezova(III) oksida. (Indekse upiši kao obične brojke.)**

18. **Napiši kemijsku formulu magnezijeva klorida. (Magnezij je u 2., a klor u 17. skupini.)**

19. **Poveži formulu s imenom spoja.**

1. N_2O _____

2. NO _____

3. N_2O_5 _____

4. MgS _____

5. KBr _____

- a) dušikov(I) oksid
- b) dušikov(II) oksid
- c) dušikov(V) oksid
- d) kalijev bromid
- e) magnezijev sulfid

20. **Za koji je spoj valencija u imenu nepotrebna?**

- a) bakrov oksid
- b) željezov oksid
- c) olovov oksid
- d) natrijev oksid

Rješenja

3.1. Građa atoma

- 12
- 35
- 17
- c) jer je broj protona jednak broju elektrona
- b) gotovo ne bi promijenila
- 10 m
- 1-a, 2-c, 3-b
- To je difuzija: čestice kalijeva permanganata i vode nasumično se gibaju pa prodiru jedne među druge. Pojava se može ubrzati zagrijavanjem vode (čestice se gibaju brže) ili miješanjem.
- Masu određuju protoni i neutroni u jezgri jer su oko 2000 puta teži od elektrona. Veličinu određuje elektronski omotač jer je oko 10 000 puta širi od jezgre.

3.2. Kemijski elementi i simboli kemijskih elemenata

- 1-g, 2-f, 3-d, 4-c, 5-a, 6-b, 7-e, 8-h
- a) da, jer element određuje broj protona
- S
- 5S
- d) jer je drugo slovo simbola uvijek malo: Ca
- b) Co je simbol jednoga elementa (kobalta), a CO sadrži simbole dvaju elemenata (ugljika i kisika)
- c) jer je N već simbol dušika pa je uzeto i drugo slovo latinskoga imena *natrium*
- a) Na: kvalitativno – element natrij; kvantitativno – jedan atom natrija. b) 2Na: kvalitativno – element natrij; kvantitativno – dva atoma natrija.

3.3. Izotopi

- c) $^{16}_8\text{X}$ i $^{18}_8\text{X}$
- 143
- 2
- 40
- kalcij
- d) po broju protona i elektrona
- a) to je tricij, radioaktivni izotop vodika
- $N(p) = 93$, $N(e) = 93$, $N(n) = 239 - 93 = 146$.
- Primjene: proizvodnja električne energije u nuklearnim elektranama, liječenje tumora, određivanje starosti stijena. Zračenje oštećuje živa tkiva – Marie Curie radila je bez zaštite i umrla od leukemije koju je vjerojatno uzrokovala radijacija.

3.4. Periodni sustav elemenata

- sumpor
- 13
- c) natrij i kalij
- b) jer je predvidio da postoje još neotkriveni elementi sa svojstvima koja pripadaju tim mjestima
- d) u istoj su skupini (16.), a u različitim periodama (2. i 3.)
- 1-a, 2-d, 3-b, 4-c
- a) to je kalij, metal 1. skupine, s 19 protona i 19 elektrona
- To je željezo, Fe. Redni (protonski) broj mu je 26, pa atom ima 26 protona i 26 elektrona. Nalazi se u sredini periodnoga sustava, dakle metal je. Relativna atomska masa mu je 55,85.

3.5. Kako su građene elementarne tvari

1. 1-a, 2-d, 3-b, 4-c
2. 10
3. 32
4. 3P₄
5. d) oba zapisa sadrže 6 atoma kisika, ali prvi označava tri molekule kisika, a drugi dvije molekule ozona
6. b) jer je u metalima povezan neograničen broj atoma pa se indeks ne može odrediti
7. c) helij, bakar, ugljik
8. Plemeniti plinovi građeni su od pojedinačnih, nepovezanih atoma, pa je simbol točan zapis jedne čestice. Metali su građeni od neograničenoga broja čvrsto povezanih atoma; taj broj nije poznat pa se indeks ne može napisati.

3.6. Kako su građeni kemijski spojevi

1. 14
2. 12
3. 10
4. 10
5. d) kation K⁺
6. b) CaCl₂
7. a) Al₂O₃
8. c) O₂ je građena od istovrsnih atoma (elementarna tvar), a H₂O od raznovrsnih (kemijski spoj)
9. Ion Na⁺ manji je od atoma Na. Pri nastanku iona atom otpušta elektron koji je najudaljeniji od jezgre, pa je elektronski omotač iona manji.
10. Natrijev klorid je ionski spoj. Između suprotno nabijenih iona Na⁺ i Cl⁻ djeluju jake privlačne sile, pa je potrebna visoka temperatura da se ioni razdvoje.

3.7. Valencije, kemijske formule i imenovanje kemijskih spojeva

1. IV
2. III
3. SiO₂
4. Cu₂O
5. P₂O₅
6. CaCl₂
7. d) sumporov(IV) oksid
8. 1-c, 2-d, 3-a, 4-b, 5-e
9. b) valencije je upisao kao indekse uz isti element umjesto da višekratnik podijeli valencijom
10. Natrij (1. skupina) u svim je spojevima jednovalentan pa je ime natrijev oksid jednoznačno. Bakar može biti I ili II, pa valenciju moramo navesti: bakrov(I) oksid, da ga razlikujemo od bakrova(II) oksida, CuO.

Završni test

1. 16
2. c) neutron ima približno jednaku masu kao elektron
3. b) broj protona
4. 1-d, 2-c, 3-a, 4-f, 5-b, 6-e
5. d) broju neutrona
6. kisik
7. 18
8. a) to je klor, nemetal sa 17 protona
9. c) F, Cl, Br
10. 12
11. d) S₈
12. 20
13. 10

14. b) anion S^{2-}

15. a) Mg_3N_2

16. VI

17. Fe_2O_3

18. $MgCl_2$

19. 1-a, 2-b, 3-c, 4-e, 5-d

20. d) natrijev oksid