

mag. educ. bio. et chem. Martina Simić Meznarić

ZBIRKA RIJEŠENIH
PRIMJERA I
ZADATAKA IZ KEMIJE
ZA
8. RAZRED OŠ
(KEMIJSKI RAČUN)

OŠ IZIDORA POLJAKA VIŠNJICA

Lipanj 2022.

Draga učenice, dragi učenice,

Pred tobom je zbirka riješenih primjera i zadataka iz predmeta Kemija 8 koja će ti pomoći u usvajanju nastavnih sadržaja iz kemije i njihovom proširivanju.

Nadam se da će ti zbirka biti korisna i da će potaknuti dodatni interes za kemiju,

Martina Simić Meznarić.

ISHODI KOJE ĆE UĀENIK OSTVARITI RJEŠAVAJUĆI ZBIRKU ZADATAKA:

KEMIJA

KEM OŠ D.8.2. Primjenjuje matematička znanja i vještine.

KEM OŠ D.8.2.2. Izračunava relativnu molekulsku masu.

KEM OŠ D.8.2.3. Izračunava maseni udio pojedinih vrsta atoma u spoju iz poznate molekulske formule spoja.

KEM OŠ D.8.2.4. Izračunava empirijsku formulu spoja na temelju poznatih masenih udjela elemenata u spoju.

Sadržaj:

1. Kemijski račun.....	4
1.1. Relativna atomska masa.....	4
1.2. Relativna molekulska masa.....	8
1.3. Maseni udio kemijskog elementa u kemijskom spoju.....	15
1.4. Računanje empirijske i molekulske formule kemijskog spoja.....	19
Zadaci za vježbu: Kemijski račun.....	24
Rješenja: Kemijski račun.....	27
Prilozi.....	29
Literatura.....	31

1. KEMIJSKI RAČUN

1.1. RELATIVNA ATOMSKA MASA

- broj koji nam pokazuje koliko puta je prosječna masa atoma nekog kemijskog elementa veća od atomske jedinice mase dalton, odnosno od 1/12 mase ugljikova izotopa ^{12}C

FORMULA:
$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{\text{Da}}$$

$$\text{Da} = \frac{1}{12} m_a(^{12}\text{C})$$

$$\text{Da} = 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$m_a(X)$ – oznaka za masu atoma kemijskog elementa X

$A_r(X)$ – oznaka za relativnu atomsku masu kemijskog elementa X

$A_r(X)$ – zabilježena je u PSE – a ispod kemijskog simbola kemijskih elemenata

Pr.1.1.1. Prosječna masa atoma aluminija je $4,48 \times 10^{-23} \text{ g}$

Izračunaj relativnu atomsku masu aluminija.

Zadano je:

$$m_a(\text{Al}) = 4,48 \times 10^{-23} \text{ g}$$

$$\text{Da} = 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Traži se:

$$A_r(\text{Al}) = ?$$

Izradak:

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{\text{Da}}$$

$$A_r(\text{Al}) = \frac{m_a(\text{Al})}{\text{Da}}$$

$$A_r(\text{Al}) = \frac{4,48 \times 10^{-23} \text{ g}}{1,66 \times 10^{-24} \text{ g}}$$

$$A_r(\text{Al}) = 26,98$$

Rješenje: Relativna atomska masa aluminija je 26,98.

Pr.1.1.2. Izračunaj masu atoma sumpora. Rješenje izrazi u Da, g, dag i kg.

Zadano:

Relativnu atomsku masu sumpora iščitamo iz PSE - a.

$$A_r(\text{S}) = 32,07$$

$$\text{Da} = 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Traži se: $m_a(\text{S}) = \underline{\hspace{2cm}}$ Da = $\underline{\hspace{2cm}}$ g = $\underline{\hspace{2cm}}$ dag = $\underline{\hspace{2cm}}$ kg ?

$$N(\text{S}) = 1$$

Izradak:
$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{\text{Da}} \Rightarrow m_a(X) = A_r(X) \cdot \text{Da}$$

$$m_a(\text{S}) = A_r(\text{S}) \cdot \text{Da}$$

$$m_a(\text{S}) = 32,07 \cdot \text{Da}$$

$$m_a(\text{S}) = 32,07 \text{ Da}$$

$$m_a(\text{S}) = 32,07 \cdot 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$m_a(\text{S}) = 5,32 \text{ g} \times 10^{-23}$$

$$m_a(\text{S}) = 5,32 \text{ g} \times 10^{-24} \text{ dag}$$

$$m_a(\text{S}) = 5,32 \text{ g} \times 10^{-26} \text{ kg}$$

Rješenje: Masa atoma sumpora je 32,07 Da; $5,32 \times 10^{-23}$ g; $5,32 \times 10^{-24}$ dag;
 $5,32 \times 10^{-26}$ kg.

Pr.1.1.3. Izračunaj masu 3 atoma kisika. Rezultat izrazi u g.

Zadano je:

$$\text{Da} = 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$A_r(\text{O}) = 16,00$$

Traži se:

Masa tri atoma kisika

$$3m_a(\text{O}) = ?$$

Izradak:

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{D_a} \Rightarrow m_a(X) = A_r(X) \cdot D_a$$

$$m_a(O) = A_r(O) \cdot D_a$$

$$m_a(O) = 16,00 \cdot 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$m_a(O) = 26,56 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Masa jednog atoma kisika je $26,56 \times 10^{-24} \text{ g}$

Da bismo dobili masu 3 atoma kisika trebamo dobiveni rezultat pomnožiti s tri.

$$3m_a(O) = 3 \cdot 26,56 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$3m_a(O) = 79,68 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Rješenje: masa tri atoma kisika iznosi $79,68 \times 10^{-24} \text{ g}$

Pr.1.1.3. Masa četiri atoma jednog kemijskog elementa iznosi $683,26 \times 10^{-24} \text{ g}$

Otkrij koji je to kemijski element.

Zadano je:

$$4m_a(X) = 683,26 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Traži se:

$X = ?$

Izradak:

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{D_a}$$

$$4A_r(X) = \frac{m_a(X)}{D_a}$$

$$4A_r(X) = \frac{683,26 \times 10^{-24} \text{ g}}{1,66 \times 10^{-24} \text{ g}}$$

$$4A_r(X) = 411,60$$

Relativna atomska masa četiriju atoma nepoznatog kemijskog elementa iznosi 411,60. Da bismo dobili relativnu atomsku masu jednog atoma nepoznatog kemijskog elementa trebamo relativnu atomsku masu četiriju atoma nepoznatog kemijskog elementa podijeliti s 4.

$$A_r(X) = \frac{411,60}{4}$$

$$A_r(X) = 102,9$$

Relativna atomska masa jednoga atoma nepoznatog kemijskog elementa iznosi 102,9. U tablici PSE-a pogledamo koji je to kemijski element.

Rješenje:

Kemijski element čija relativna atomska masa iznosi 102,9 je rodij.

1.1.4.

Izračunaj koliko je puta masa jednoga atoma platine veća od mase jednoga atoma aluminija.

Poznato je:

$$A_r(\text{Pt}) = 195,1$$

$$A_r(\text{Al}) = 26,98$$

Traži se:

$$\frac{m_a(\text{Pt})}{m_a(\text{Al})} = ?$$

Izradak:

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{D_a} \Rightarrow m_a(X) = A_r(X) \cdot D_a$$

$$\frac{m_a(\text{Pt})}{m_a(\text{Al})} = \frac{A_r(\text{Pt}) \cdot D_a}{A_r(\text{Al}) \cdot D_a}$$

$$\frac{m_a(\text{Pt})}{m_a(\text{Al})} = \frac{195,1}{26,98}$$

$$\frac{m_a(\text{Pt})}{m_a(\text{Al})} = 7,23$$

Rješenje: Masa jednog atoma platine je 7,23 puta veća od mase jednog atoma aluminija.

1.2. Relativna molekulska masa

- relativna molekulska masa je broj koji pokazuje koliko je puta prosječna masa molekule elementarne tvari ili molekule kemijskog spoja veća od atomske jedinice mase dalton

FORMULA ZA IZRAČUNAVANJE RELATIVNE MOLEKULSKE MASE MOLEKULE KEMIJSKOG SPOJA

1. NAČIN:

$$M_r(X_a Y_b) = \frac{m_f(X_a Y_b)}{D_a}$$

Objašnjenje oznaka iz formule:

M_r – oznaka za relativnu molekulsku masu

m_f – oznaka za masu molekule

$X_a Y_b$ – oznaka za kemijski spoj

Pr. 1.2.1. Izračunaj relativnu molekulsku masu amonijaka ako je masa jedne molekule amonijaka $m_f(\text{NH}_3) = 28,27 \times 10^{-24}$ g

Poznato je:

$$m_f(\text{NH}_3) = 28,27 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Traži se:

$$M_r(\text{NH}_3) = ?$$

Izradak:

$$M_r(X_a Y_b) = \frac{m_f(X_a Y_b)}{D_a}$$

$$M_r(\text{NH}_3) = \frac{m_f(\text{NH}_3)}{D_a}$$

$$M_r(\text{NH}_3) = \frac{28,27 \times 10^{-24} \text{ g}}{1,66 \times 10^{-24} \text{ g}}$$

$$M_r(\text{NH}_3) = 17,03$$

Rješenje: Relativna molekulska masa jedne molekule kemijskog spoja amonijaka iznosi 17,03.

FORMULA ZA IZRAČUNAVANJE RELATIVNE MOLEKULSKE MASE MOLEKULE KEMIJSKOG SPOJA

2. NAČIN:

Relativnu molekulsku masu molekule kemijskog spoja možemo izračunati i tako da zbrojimo relativne atomske mase atoma kemijskih elemenata koji grade molekulu kemijskog spoja

$$M_r(X_a Y_b) = a \cdot A_r(X) + b \cdot A_r(Y)$$

a i **b** su indeksi atoma kemijskih elemenata koji grade molekulu kemijskog spoja

Pr.1.2.2. Izračunaj relativnu molekulsku masu jedne molekule ugljikova dioksida.

Poznato je:

$$A_r(C) = 12,01$$

$$A_r(O) = 16,00$$

Traži se:

$$M_r(CO_2) = ?$$

Izradak:

$$M_r(X_a Y_b) = a \cdot A_r(X) + b \cdot A_r(Y)$$

$$M_r(CO_2) = a \cdot A_r(C) + b \cdot A_r(O)$$

$$M_r(CO_2) = 1 \cdot 12,01 + 2 \cdot 16,01$$

$$M_r(CO_2) = 44,01$$

Rješenje:

Relativna molekulska masa molekule ugljikova dioksida iznosi 44,01.

FORMULA ZA IZRAČUNAVANJE RELATIVNE MOLEKULSKE MASE ELEMENTARNE TVARI:

1. NAČIN

$$M_r(X_a) = \frac{m_f(X_a)}{D_a}$$

Objašnjenje oznaka iz formule:

X_a - molekula elementarne tvari (X - oznaka za kemijski element, a - indeks, tj. broj atoma koji gradi molekulu elementarne tvari)

$m_f(X_a)$ - masa jedne molekule elementarne tvari X_a $m_f(X_a)$

Pr. 1.2.3. Izračunaj relativnu molekulska masu jedne molekule fosfora, ako masa jedne molekule fosfora iznosi $m_f(P_4) = 205,6408 \times 10^{-24}$ g

Poznato je:

$$m_f(P_4) = 205,6408 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Traži se:

$$M_r(P_4) = ?$$

Izradak:

$$M_r(X_a) = \frac{m_f(X_a)}{D_a}$$

$$M_r(P_4) = \frac{m_f(P_4)}{D_a}$$

$$M_r(P_4) = \frac{205,6408 \times 10^{-24} \text{ g}}{1,66 \times 10^{-24} \text{ g}}$$

$$M_r(P_4) = 123,88$$

Rješenje: Relativna molekulska masa jedne molekule fosfora iznosi 123,88.

FORMULA ZA IZRAČUNAVANJE RELATIVNE MOLEKULSKE MASE ELEMENTARNE TVARI

2. NAČIN

$$M_r(X_a) = a \cdot A_r(X)$$

Objašnjenje oznaka iz formule:

$M_r(X_a)$ - relativna molekulska masa molekule elementarne tvari X_a

X - oznaka za kemijski element

a - indeks (oznaka za broj atoma koji grade molekulu elementarne tvari)

A_r - oznaka za relativnu atomsku masu

Primjer 1.2.4. Izračunaj relativnu molekulska masu jedne molekule klora.

Poznato je:

$$A_r(\text{Cl}) = 35,45$$

Traži se:

$$M_r(\text{Cl}_2) = ?$$

Izradak:

$$M_r(X_a) = a \cdot A_r(X)$$

$$M_r(\text{Cl}_2) = a \cdot A_r(\text{Cl}_2)$$

$$M_r(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 35,45$$

$$M_r(\text{Cl}_2) = 70,9$$

Rješenje:

Relativna molekulska masa jedne molekule klora iznosi 70,9.

FORMULA ZA IZRAČUNAVANJE MASE MOLEKULE ELEMENTARNE TVARI:

$$m_f(X_a) = a \cdot m_a(X)$$

Objašnjenje oznaka iz formule:

$m_f(X_a)$ – oznaka za masu molekule elementarne tvari X_a

a – indeks (broj atoma u jednoj molekuli elementarne tvari)

$m_a(X)$ – masa atoma kemijskog elementa X

Pr.1.2.5. Izračunaj masu jedne molekule kisika i rezultat izrazi u:

A) daltonima

B) gramima

Poznato je:

O_2 - kemijska formule jedne molekule elementarne tvari kisika

$$A_r(O) = 16,00$$

$$a = 2$$

$$m_a(X_a) = A_r(X) \cdot Da$$

$$Da = 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Traži se:

$$m_f(O_2) = ?$$

Izradak:

$$m_f(X_a) = a \cdot m_a(X)$$

$$m_f(X_a) = a \cdot A_r(X_a) \cdot Da$$

$$m_f(O_2) = 2 \cdot 16 \cdot Da$$

$$m_f(O_2) = 2 \cdot 16 \cdot 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

A) $m_f(O_2) = 32 \text{ Da}$

B) $m_f(O_2) = 2 \cdot 16 \cdot 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$

$$m_f(O_2) = 53,12 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Rješenje: Masa jedne molekule elementarne tvari kisika iznosi 32 Da ili $53,12 \times 10^{-24} \text{ g}$.

FORMULA ZA IZRAČUNAVANJE MASE MOLEKULE KEMIJSKOG SPOJA:

$$m_f(X_a Y_b) = a \cdot m_a(X) + b \cdot m_a(Y)$$

Objašnjenje oznaka iz formule:

$m_f(X_a Y_b)$ – oznaka za masu molekule kemijskog spoja $X_a Y_b$

$m_a(X)$ – oznaka za masu jednog atoma kemijskog elementa X

$m_a(Y)$ – oznaka za masu jednog atoma kemijskog elementa Y

a – indeks (broj atoma kemijskog elementa X u kemijskom spoju)

b – indeks (broj atoma kemijskog elementa Y u kemijskom spoju)

Primjer 1.2.6.

Izračunaj masu jedne molekule kemijskog spoja metana i rezultat izrazi u:

A) daltonima

B) gramima

Poznato je:

CH_4 - kemijska formula kemijskog spoja metana

Traži se:

$$m_f(CH_4) = ?$$

Izradak:

$$m_f(X_a Y_b) = a \cdot m_a(X) + b \cdot m_a(Y)$$

$$m_f(CH_4) = a \cdot m_a(C) + b \cdot m_a(H)$$

$$m_f(CH_4) = 1 \cdot A_r(C) \cdot Da + 4 \cdot A_r(H) \cdot Da$$

$$m_f(CH_4) = 1 \cdot 12,01 \cdot Da + 4 \cdot 1,008 \cdot Da$$

A) $m_f(CH_4) = 16,042 \text{ Da}$

B) $m_f(CH_4) = 1 \cdot 12,01 \cdot 1,66 \times 10^{-24} \text{ g} + 4 \cdot 1,008 \cdot 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$

$$m_f(CH_4) = 26,62972 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Rješenje: Masa jedne molekule metana iznosi 16,042 Da ili $26,62972 \times 10^{-24}$ g.

Primjer 1.2.7. Izračunaj koliko puta je masa jedne molekule broma veća od mase jedne molekule klora.

Poznato je:

Cl_2 - kemijska formula molekule kemijskog spoja klora

Br_2 - kemijska formula molekule kemijskog spoja broma

$A_r(\text{Cl}) = 35,45$

$A_r(\text{Br}) = 79,90$

Traži se:

$$\frac{m_f(\text{Br}_2)}{m_f(\text{Cl}_2)} = ?$$

Izradak:

$$\frac{m_f(\text{Br}_2)}{m_f(\text{Cl}_2)} = \frac{M_r(\text{Br}_2) \cdot \text{Da}}{M_r(\text{Cl}_2) \cdot \text{Da}}$$

Daltoni u brojniku i nazivniku razlomka se pokrate.

$$\frac{m_f(\text{Br}_2)}{m_f(\text{Cl}_2)} = \frac{2 \cdot A_r(\text{Br})}{2 \cdot A_r(\text{Cl})}$$

$$\frac{m_f(\text{Br}_2)}{m_f(\text{Cl}_2)} = \frac{2 \cdot 79,90}{2 \cdot 35,45}$$

$$\frac{m_f(\text{Br}_2)}{m_f(\text{Cl}_2)} = 2$$

Rješenje:

Masa jedne molekule broma je dva puta veća od mase jedne molekule klora.

1.3. Maseni udio kemijskog elementa u kemijskom spoju

- pokazuje nam koliki je udio nekog kemijskog elementa u kemijskom spoju

Ako nam je poznata masa pojedinog elementa u kemijskom spoju i masa kemijskog spoja tada maseni udio tog kemijskog elementa u kemijskom spoju možemo izračunati prema sljedećoj formuli:

$$w(\text{kemijski element; kemijski spoj}) = \frac{N \cdot m_a(\text{kemijski element})}{m_f(\text{kemijski spoj})} \cdot 100 \%$$

Pr.1.3.1. Izračunaj maseni udio klora i vodika u kemijskom spoju klorovodika, ako je masa vodika 0,4977 g, a masa klorovodika 18 g.

Poznato je:

$$m(\text{vodika}) = 0,4977 \text{ g}$$

$$m(\text{klorovodika}) = 18 \text{ g}$$

Traži se:

$$w(\text{klora; klorovodik}) = ?$$

$$w(\text{vodik; klorovodik}) = ?$$

Izradak:

$$w(\text{kemijski element; kemijski spoj}) = \frac{m(\text{kemijski element})}{m(\text{kemijski spoj})} \cdot 100 \%$$

$$w(\text{vodik; klorovodik}) = \frac{m(\text{vodik})}{m(\text{klorovodik})} \cdot 100 \%$$

$$\begin{aligned} w(\text{vodik; klorovodik}) &= \frac{0,4977 \text{ g}}{18 \text{ g}} \cdot 100 \% \\ &= 2,765 \% \end{aligned}$$

$$m(\text{klora}) + m(\text{vodika}) = m(\text{klorovodika})$$

$$\begin{aligned} m(\text{klora}) &= m(\text{klorovodika}) - m(\text{vodika}) \\ &= 18 \text{ g} - 0,4977 \text{ g} \\ &= 17,5023 \text{ g} \end{aligned}$$

$$w(\text{klor; klorovodik}) = \frac{m(\text{klor})}{m(\text{klorovodik})} \cdot 100 \%$$

$$w(\text{klor; klorovodik}) = \frac{m(\text{klor})}{m(\text{klorovodik})} \cdot 100 \%$$

$$= 97,235 \%$$

Rješenje:

Maseni udio vodika u kemijskom spoju klorovodika iznosi 2,765 %, a maseni udio klora u kemijskom spoju klorovodika 97,235 %.

Ako nam nije poznata masa kemijskog elementa u kemijskom spoju tada maseni udio kemijskog elementa u kemijskom spoju računamo prema sljedećoj formuli:

$$w(\text{kemijski element; kemijski spoj}) = \frac{N \cdot m_a(\text{kemijski element})}{m_f(\text{kemijski spoj})} \cdot 100 \%$$

N - oznaka za broj atoma kemijskog elementa u molekuli ili formulskoj jedinki

Znamo da je:

$$m_a(\text{kemijski element}) = A_r(\text{kemijski element}) \cdot Da$$

$$m_f(\text{kemijski spoj}) = M_r(\text{kemijski spoj}) \cdot Da$$

Umjesto $m_a(\text{kemijski element})$ u početnu formulu uvrstimo $A_r(\text{kemijski element}) \cdot Da$, a umjesto $m_f(\text{kemijski element})$ uvrstimo $M_r(\text{kemijski element}) \cdot Da$

pa slijedi:

$$w(\text{kemijski element; kemijski spoj}) = \frac{N \cdot A_r(\text{kemijski element}) \cdot Da}{M_r(\text{kemijski spoj}) \cdot Da} \cdot 100 \%$$

Daltoni iz brojnika i nazivnika se pokrate pa je konačna formula za izračunavanje masenog udjela kemijskog elementa u spoju sljedeća:

$$w(\text{kemijski element; kemijski spoj}) = \frac{N \cdot A_r(\text{kemijski element})}{M_r(\text{kemijski spoj})} \cdot 100 \%$$

Pr.1.3.2. Izračunaj maseni udio vodika i kisika u kemijskom spoju voda.

Poznato je:

$$A_r(\text{O}) = 16,00$$

$$A_r(\text{H}) = 1,008$$

$$N(\text{H}) = 2$$

$$N(\text{O}) = 1$$

Traži se:

$$w(\text{H}; \text{H}_2\text{O}) = ?$$

$$w(\text{O}; \text{H}_2\text{O}) = ?$$

Izradak:

$$w(\text{kemijski element; kemijski spoj}) = \frac{N \cdot A_r(\text{kemijski element})}{M_r(\text{kemijski spoj})} \cdot 100 \%$$

$$w(\text{H}; \text{H}_2\text{O}) = \frac{N(\text{H}) \cdot A_r(\text{H})}{M_r(\text{H}_2\text{O})} \cdot 100 \%$$

$$= \frac{2 \cdot 1,008}{18,016} \cdot 100 \%$$

$$= 11,19 \%$$

$$w(\text{O}; \text{H}_2\text{O}) = \frac{N(\text{O}) \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{H}_2\text{O})} \cdot 100 \%$$

$$= \frac{1 \cdot 16,00}{18,016} \cdot 100 \%$$

$$= 88,81 \%$$

Rješenje:

Maseni udio vodika u vodi iznosi 11,19 %, a maseni udio kisika u vodi iznosi 88,81 %.

1.3.3. Izračunaj maseni udio vode u zelenoj galici, $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$.

Poznato je:

$$A_r(\text{Cu}) = 63,55$$

$$A_r(\text{S}) = 32,07$$

$$A_r(\text{O}) = 16$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,016$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 5$$

$$N(\text{O}) = 4$$

Traži se:

$$w(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Izradak:

$$w(\text{H}_2\text{O}; \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{N(\text{H}_2\text{O}) \cdot A_r(\text{H}_2\text{O})}{M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} \cdot 100 \%$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O})$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1,008 + 16$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,016$$

$$M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = A_r(\text{Fe}) + A_r(\text{S}) + 4 \cdot A_r(\text{O}) + 7 \cdot M_r(\text{H}_2\text{O})$$

$$M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 55,85 + 32,07 + 4 \cdot 16 + 7 \cdot 18,016$$

$$M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278,032$$

$$w(\text{H}_2\text{O}; \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{7 \cdot 18,016}{278,032} \cdot 100 \%$$

$$w(\text{H}_2\text{O}; \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 45,36 \%$$

Rješenje: Maseni udio vode u zelenoj galici iznosi 45,36 %.

1.4. Računanje empirijske i molekulske formule kemijskog spoja

Empirijska formula kemijskog spoja pokazuje nam **najmanji omjer broja atoma kemijskih elemenata koji grade taj kemijski spoj.**

Molekulska formula kemijskog spoja prikazuje nam **stvaran omjer broja atoma kemijskih elemenata koji grade taj kemijski spoj.**

Primjer 1.4.1. Odredi empirijsku formulu kemijskog spoja u kojem je maseni udio vodika 14,37 %, a maseni udio ugljika 85,63 %.

Poznato je:

$$w(\text{vodika; kemijski spoj}) = 14,37 \%$$

$$w(\text{ugljika; kemijski spoj}) = 85,63 \%$$

Traži se:

Empirijska formula = ?

Izradak:

Da bismo odredili empirijsku formulu trebamo odrediti omjer broja atoma ugljika i vodika u zadanom kemijskom spoju.

$$N(\text{H}) : N(\text{C}) = ?$$

Poznato nam je da je:

$$w(\text{kemijski element; kemijski spoj}) = \frac{N \cdot A_r(\text{kemijski element})}{M_r(\text{kemijski spoj})} \cdot 100 \%$$

Pa slijedi da je broj atoma nekog kemijskog elementa

$$w(\text{H; kemijski spoj}) = \frac{N(\text{H}) \cdot A_r(\text{H})}{M_r(\text{kemijski spoj})} \cdot 100 \% \quad w(\text{C; kemijski spoj}) = \frac{N(\text{C}) \cdot A_r(\text{C})}{M_r(\text{kemijski spoj})} \cdot 100 \%$$

$$N(\text{H}) = \frac{w(\text{H; kemijski spoj}) \cdot M_r(\text{kemijski spoj})}{A_r(\text{H}) \cdot 100\%}$$

$$N(\text{C}) = \frac{w(\text{C; kemijski spoj}) \cdot M_r(\text{kemijski spoj})}{A_r(\text{C}) \cdot 100\%}$$

$$N(\text{H}) = \frac{14,37 \% \cdot M_r(\text{kemijski spoj})}{A_r(\text{H}) \cdot 100\%}$$

$$N(\text{C}) = \frac{85,63 \% \cdot M_r(\text{kemijski spoj})}{A_r(\text{C}) \cdot 100\%}$$

Pa slijedi da je broj atoma vodika i ugljika jednak:

$$N(\text{H}) = \frac{0,1437 \cdot M_r(\text{kemijski spoj})}{A_r(\text{H})} \qquad N(\text{C}) = \frac{0,8563 \cdot M_r(\text{kemijski spoj})}{A_r(\text{C})}$$

Uvrstimo izraze za broj atoma u omjer:

$$N(\text{H}):N(\text{C}) = \frac{0,1437 \cdot M_r(\text{kemijski spoj})}{A_r(\text{H})} : \frac{0,8563 \cdot M_r(\text{kemijski spoj})}{A_r(\text{C})}$$

Relativne molekulske mase s lijeve i desne strane omjera se pokrate pa za određivanje omjera broja atoma vrijedi sljedeća formula:

$$N(\text{H}):N(\text{C}) = \frac{0,1437}{A_r(\text{H})} : \frac{0,8563}{A_r(\text{C})}$$

Odnosno općenito bi vrijedilo:

$$N(\text{kemijski element A}) : N(\text{kemijski element B}) = \frac{w(\text{kemijski element A; kemijski spoj})}{A_r(\text{kemijski element A})} : \frac{w(\text{kemijski element B; kemijski spoj})}{A_r(\text{kemijski element B})}$$

ili

$$\frac{N(\text{kemijski element A})}{N(\text{kemijski element B})} = \frac{\frac{w(\text{kemijski element A; kemijski spoj})}{A_r(\text{kemijski element A})}}{\frac{w(\text{kemijski element B; kemijski spoj})}{A_r(\text{kemijski element B})}}$$

U našem primjeru slijedi:

$$N(\text{H}):N(\text{C}) = \frac{0,1437}{1,008} : \frac{0,8563}{12,01}$$

Svaki broj iz omjera podijelimo s najmanjim brojem. U ovom slučaju to je 0,071298917.

$$N(\text{H}):N(\text{C}) = 0,142559523 : 0,071298917$$

$$N(\text{H}):N(\text{C}) = 2 : 1$$

Rješenje:

Omjer broja atoma vodika i ugljika u spoju je 1:2 pa je empirijska formula spoja CH_2

Pr.1.4.2. Odredi empirijsku i molekulsku formulu spoja u kojem je maseni udio ugljika 74,87 %, a maseni udio vodika 25,13 %. Relativna molekulska masa spoja je 32,084.

Poznato je:

$$w(\text{C}) = 74,87 \%$$

$$w(\text{H}) = 25,13 \%$$

$$M_r(\text{kemijski spoj}) = 32,084$$

Traži se:

Empirijska formula = ?

Molekulska formula = ?

Izradak:

$$N(\text{C}):N(\text{H}) = \frac{w(\text{C; kemijski spoj})}{A_r(\text{C})} : \frac{w(\text{H; kemijski spoj})}{A_r(\text{H})}$$

U masene udjele uvrštavamo decimalni broj, a ne postotak!

$$N(\text{C}):N(\text{H}) = \frac{0,7487}{12,01} : \frac{0,2513}{1,008}$$

$$N(\text{C}):N(\text{H}) = 0,062339716 : 0,249305555$$

$$N(\text{C}):N(\text{H}) = 1 : 4$$

Omjer broja atoma ugljika i vodika u empirijskoj formuli je 1 : 4.

Da bismo odredili molekulsku formulu spoja trebamo staviti u omjer relativnu molekulsku masu molekulske i empirijske formule:

$$\frac{M_r(\text{molekulska formula})}{M_r(\text{empirijska formula})} = X$$

X - broj s kojim množimo indekse atoma kemijskih elemenata u empirijskoj formuli kako bismo dobili molekulsku formulu.

$$\frac{32,084}{M_r(\text{CH}_4)} = X$$

$$\frac{32,084}{16,042} = X$$

$$2 = X$$

Vidimo da je relativna molekulska masa spoja dva puta veća od relativne molekulske mase formulske jedinice CH_4

Slijedi da je molekulska formula spoja: C_2H_8

Rješenje:

Empirijska formula spoja je CH_4

Molekulska formula spoja je C_2H_8

Pr. 1.4.3. Odredi empirijsku i molekulsku formulu kemijskog spoja ako je maseni udio ugljika 40,00 %, maseni udio vodika 6,71 %, a ostatak do 100 % čini maseni udio kisika. Relativna molekulska masa spoja je 180,156.

Poznato je:

$$w(\text{C}) = 40,00\%$$

$$w(\text{H}) = 6,471\%$$

Traži se:

Empirijska formula spoja = ?

Izradak:

$$w(\text{C}) + w(\text{H}) + w(\text{O}) = 100 \%$$

$$w(\text{O}) = 100 \% - w(\text{C}) - w(\text{H})$$

$$= 100 \% - 40,0 \% - 6,71 \%$$

$$= 53,29\%$$

$$N(\text{C}):N(\text{H}):N(\text{O}) = \frac{w(\text{C}; \text{kemijski spoj})}{A_r(\text{C})} : \frac{w(\text{H}; \text{kemijski spoj})}{A_r(\text{H})} : \frac{w(\text{O}; \text{kemijski spoj})}{A_r(\text{O})}$$

$$N(\text{C}):N(\text{H}):N(\text{O}) = \frac{0,4000}{12,01} : \frac{0,0671}{1,008} : \frac{0,5329}{16,00}$$

$$N(\text{C}):N(\text{H}):N(\text{O}) = 1 : 2 : 1$$

Empirijska formula spoja je CH_2O .

$$\frac{M_r(\text{molekulska formula})}{M_r(\text{empirijska formula})} = X$$

$$\frac{180,156}{M_r(\text{CH}_2\text{O})} = X$$

$$\frac{180,156}{30,026} = X$$

$$6 = X$$

Molekulska formula spoja je $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

Rješenje:

Empirijska formula spoja je CH_2O

Molekulska formula spoja je $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

Zadaci za vježbu: Kemijski račun

- 1.1. Izračunaj koliko je puta masa atoma joda veća od daltona ako masa jednog atoma joda iznosi $210,65 \times 10^{-24}$ g.
- 1.2. Izračunaj koliko je puta masa atoma torija veća od daltona ako masa jednog atoma torija iznosi $385,12 \times 10^{-24}$ g.
- 1.3. Izračunaj masu atoma lantana. Rezultat izrazi u daltonima i gramima.
- 1.4. Izračunaj masu atoma kobalta. Rezultat izrazi u daltonima, g, dag i kg.
- 1.5. Izračunaj masu 7 atoma ugljika. Rezultat izrazi u gramima.
- 1.6. Izračunaj masu 9 atoma sumpora. Rezultat izrazi u gramima i kilogramima.
- 1.7. Masa deset atoma nekog kemijskog elementa iznosi $514,102 \times 10^{-24}$ g.
Koji je to kemijski element?
- 1.8. Masa 5 atoma nekog kemijskog elementa iznosi $932,92 \times 10^{-24}$ g.
- 1.9. Izračunaj koliko je puta masa jednog atoma bizmuta veća od mase jednog atoma kisika.
- 1.10. Izračunaj koliko je puta masa jednog atoma bakra veća od mase jednog atoma helija.
- 1.11. Izračunaj relativnu molekulsku masu molekule ugljikova dioksida ako masa jedne molekule ugljikova dioksida iznosi $m_r(\text{CO}_2) = 73,0566 \times 10^{-24}$ g
- 1.12. Izračunaj relativnu molekulsku masu jedne molekule ozona ako masa jedne molekule ozona iznosi: $m_r(\text{O}_3) = 79,68 \times 10^{-24}$ g.
- 1.13. Izračunaj relativnu molekulsku masu jedne molekule sumpora.
- 1.14. Izračunaj relativnu molekulsku masu jedne molekule etena (C_2H_4).
- 1.15. Izračunaj masu jedne molekule ozona i rezultat izrazi u:
A) daltonima
B) gramima
- 1.16. Izračunaj masu jedne molekule sumporne kiseline i rezultat izrazi u:
A) daltonima
B) gramima
- 1.17. Izračunaj koliko puta je masa jedne molekule sumpora veća od mase jedne molekule vodika.
- 1.18. Izračunaj koliko puta je masa jedne molekule fosfora veća od mase jedne molekule dušika.
- 1.19. Izračunaj koliko puta je masa jedne molekule kisika manja od mase jedne molekule sumpora.
- 1.20. Izračunaj koliko puta je masa jedne molekule vodika manja od mase jedne molekule fluora.

1.21. Izračunaj masu 5 molekula joda i rezultat izrazi u:

- A) daltonima
- B) gramima
- C) kilogramima

1.22. Izračunaj masu 7 molekula kisika i rezultat izrazi u:

- A) daltonima
- B) gramima
- C) Kilogramima

1.23. Masa 8 atoma nekog kemijskog elementa iznosi $2525,856 \times 10^{-24}$ g. Koji je to kemijski element?

1.24. Masa 4 atoma nekog kemijskog elementa iznosi 459,2 Da. Koji je to kemijski element?

1.25. Izračunaj koliko puta je masa jednog atoma rodija manja od mase jednog atoma bizmuta.

1.26. Izračunaj relativnu molekulsku masu jedne molekule klorovodika.

1.27. Izračunaj relativnu molekulsku masu jedne molekule dušične kiseline.

1.28. Izračunaj relativnu molekulsku masu modre galice, $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

1.29. Izračunaj relativnu molekulsku masu jedne molekule joda ako masa jedne molekule joda iznosi $m_r(\text{I}_2) = 421,308 \times 10^{-24}$ g.

1.30. Izračunaj maseni udio natrija i klora u formulskoj jedinki natrijeva klorida ako je masa klora 12,132 g, a masa natrija 7,868 g. Rezultate izrazi u postotku.

1.31. Izračunaj maseni udio kisika i ugljika u molekuli kemijskog spoja ugljikova monoksida. Masa kisika u spoju iznosi 8,568 g, a masa ugljikova monoksida 15 g. Rezultate izrazi u postotku.

1.32. Izračunaj maseni udio sumpora u sumporovom dioksidu. Rezultat izrazi u postotku.

1.33. Izračunaj maseni udio kalija, kroma i kisika u kalijevom kromatu (K_2CrO_4). Rezultate izrazi u postotku.

1.34. Izračunaj masene udjele svih kemijskih elemenata u zelenoj galici, $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$. Rezultate izrazi u postotku.

1.35. Odredi empirijsku formulu kemijskog spoja u kojem je maseni udio ugljika 7,808 %, a maseni udio klora 92,192 %.

1.36. Odredi empirijsku formulu kemijskog spoja u kojem je maseni udio dušika 30,45 %, a maseni udio kisika 69,55 %.

1.37. Odredi empirijsku i molekulsku formulu spoja u kojem je maseni udio ugljika 92,26 %, maseni udio vodika 7,74 %. Molekulska formula spoja je 78,108. Istraži kako se naziva taj kemijski spoj.

- 1.38.** Odredi empirijsku i molekulsku formulu kemijskog spoja ako je maseni udio ugljika 52,14 %, maseni udio vodika 13,13 %, a maseni udio kisika 34,73 %. Relativna molekulska masa spoja je 46,068. Istraži kako se naziva taj kemijski spoj.
- 1.39.** Odredi empirijsku i molekulsku formulu kemijskog spoja ako je maseni udio ugljika 64,81 %, maseni udio vodika 13,60 %, a ostatak do 100 % čini maseni udio kisika. Relativna molekulska masa spoja je 74,12. Istraži kako se naziva taj kemijski spoj.

Rješenja: Kemijski račun

1.1. Masa atoma joda je 126,90 puta veće od daltona.

1.2. Masa atoma torija je 232 puta veća od daltona.

1.3. $m_a(\text{La}) = 138,9 \text{ Da}$ ili $230,574 \times 10^{-24} \text{ g}$.

1.4. $m_a(\text{Co}) = 58,93 \text{ Da} = 97,82 \times 10^{-24} \text{ g} = 97,82 \times 10^{-25} \text{ dag} = 97,82 \times 10^{-27} \text{ kg}$

1.5. $7 m_a(\text{C}) = 139,56 \times 10^{-24} \text{ g}$

1.6. $9 m_a(\text{S}) = 479,13 \times 10^{-24} \text{ g} = 479,13 \times 10^{-27} \text{ kg}$

1.7. To je kemijski element fosfor.

1.8. To je kemijski element kadmij.

1.9. Masa jednog atoma bizmuta je 13,06 puta veća od mase jednog atoma kisika.

1.10. Masa jednog atoma bakra je 15,88 puta veća od mase jednog atoma helija.

1.11. $M_r(\text{CO}_2) = 44,01$

1.12. $M_r(\text{O}_3) = 48,11$

1.13. $M_r(\text{S}_8) = 256,56$

1.14. $M_r(\text{C}_2\text{H}_4) = 28,052$

1.15.

A) $m_f(\text{O}_3) = 48 \text{ Da}$

B) $m_f(\text{O}_3) = 79,68 \times 10^{-24} \text{ g}$.

1.16.

A) $m_f(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,086 \text{ Da}$

B) $m_f(\text{H}_2\text{SO}_4) = 162,82 \times 10^{-24} \text{ g}$

1.17. Masa jedne molekule sumpora je 127,26 puta veća od mase jedne molekule vodika.

1.18. Masa jedne molekule fosfora je 4,42 puta veća od mase jedne molekule dušika.

1.19. Masa jedne molekule kisika je 8,0175 puta manja od mase jedne molekule sumpora.

1.20. Masa jedne molekule vodika je 18,85 puta manja od mase jedne molekule fluora.

1.21.

A) $5 m_f(\text{I}_2) = 1269 \text{ Da}$

B) $5 m_f(\text{I}_2) = 2106,54 \times 10^{-24} \text{ g}$

C) $5 m_f(\text{I}_2) = 2106,54 \times 10^{-27} \text{ kg}$

1.22.

A) $7 m_f(\text{O}_2) = 224 \text{ Da}$

B) $7 m_f(\text{O}_2) = 371,84 \times 10^{-24} \text{ g}$

C) $7 m_f(\text{O}_2) = 371,84 \times 10^{-27} \text{ g}$

- 1.23.** To je kemijski element osmij.
- 1.24.** To je kemijski element indij.
- 1.25.** Masa jednog atoma rodija je 2,03 puta manja od mase jednog atoma bizmuta.
- 1.26.** $M_r(\text{HCl}) = 36,458$
- 1.27.** $M_r(\text{HNO}_3) = 63,018$
- 1.28.** $M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) = 278,032$
- 1.29.** $M_r(\text{I}_2) = 253,8$
- 1.30.** Maseni udio 7,868 g natrija u 20 g natrijeva klorida iznosi 39,34 %, a maseni udio 12,132 g klora u 20 g natrijeva klorida iznosi 60,66 %.
- 1.31.** Maseni udio 8,568 g kisika u 15 g ugljikova monoksida iznosi 57,12 %, a maseni udio 6,432 g ugljika u 15 g ugljikova monoksida iznosi 42,88 %.
- 1.32.** Maseni udio sumpora u sumporovom dioksidu iznosi 50,05 %.
- 1.33.** Maseni udio kalija u kalijevu kromatu iznosi 40,27 %, maseni udio kroma u kalijevu kromatu iznosi 26,78 %, a maseni udio kisika u kalijevu kromatu iznosi 32,95 %.
- 1.34.**
- $w(\text{Fe}; \text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) = 20,09 \%$
- $w(\text{S}; \text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) = 11,53 \%$
- $w(\text{O}; \text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) = 63,30 \%$
- $w(\text{H}; \text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) = 5,08 \%$
- 1.35.** Empirijska formula spoja je CCl_4 .
- 1.36.** Empirijska formula spoja je NO_2 .
- 1.37.** Empirijska formula spoja je CH .
- Molekulska formula spoja je C_6H_6 .
- Spoj se naziva benzen.
- 1.37.** Empirijska i molekulska formula spoja su jednake, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. To je kemijski spoj etanol.
- 1.38.** Empirijska formula spoja jednaka je molekulskoj formuli spoja $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.
- To je kemijski spoj butan - 1 - ol.

PRILOZI

Tablica 1. Gustoće nekih tvari

TVAR	ρ / kg/m³
Aluminij	2 700
Bakar	8 900
Cink	7 100
Kositar	7 300
Led (0° C)	920
zrak	1,293
olovo	11 300
Zlato	19 300
Željezo	7 900
Voda (4°C)	1 000
Vodena para	0,88

Tablica 2. Tablica suvremenog periodnog sustava elemenata

Periodni sustav elemenata

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008 vodik	2 He 4,003 helij	3 Li 6,941 litij	4 Be 9,012 berilij	5 B 10,81 bor	6 C 12,01 ugljik	7 N 14,01 dušik	8 O 16,00 kisik	9 F 19,00 fluor	10 Ne 20,18 neon	11 Na 22,99 natrij	12 Mg 24,31 magnezij	13 Al 26,98 aluminij	14 Si 28,09 silicij	15 P 30,97 fosfor	16 S 32,06 sumpor	17 Cl 35,45 klor	18 Ar 39,95 argon
19 K 39,10 kalij	20 Ca 40,08 kalcij	21 Sc 44,86 skandij	22 Ti 47,90 titanij	23 V 50,94 vanadij	24 Cr 52,00 krom	25 Mn 54,94 mangan	26 Fe 55,85 željezo	27 Co 58,93 kobalt	28 Ni 58,70 nikal	29 Cu 63,55 bakar	30 Zn 65,38 cink	31 Ga 69,72 galij	32 Ge 72,59 germanij	33 As 74,92 arsen	34 Se 78,96 selenij	35 Br 79,90 brom	36 Kr 83,80 kripton
37 Rb 85,47 rubidij	38 Sr 87,62 stroncij	39 Y 88,91 itrij	40 Zr 91,22 cirkonij	41 Nb 92,91 niobij	42 Mo 95,94 molibden	43 Tc (98) tehnecij	44 Ru 101,1 rutenij	45 Rh 102,9 rodij	46 Pd 106,4 paladij	47 Ag 107,9 srebro	48 Cd 112,4 kadmij	49 In 114,8 indij	50 Sn 118,7 kositar	51 Sb 121,8 antimon	52 Te 127,6 telurij	53 I 126,9 jod	54 Xe 131,3 ksenon
55 Cs 132,9 cezij	56 Ba 137,3 barij	57-71 La-Lu lantanoidi	72 Hf 178,5 hafnij	73 Ta 180,9 tantal	74 W 183,9 volfram	75 Re 186,2 renij	76 Os 190,2 osmij	77 Ir 192,2 iridij	78 Pt 195,1 platina	79 Au 197,0 zlat	80 Hg 200,6 živa	81 Tl 204,4 talij	82 Pb 207,2 olovo	83 Bi 209,0 bizmut	84 Po 210 polonij	85 At 210 astat	86 Rn 222 radon
87 Fr (223) francij	88 Ra 226,0 radij	89-103 Ac-Lr aktinoidi	104 Rf (261) rutherfordij	105 Db (262) dubnij	106 Sg (263) seaborgij	107 Bh (264) bohrij	108 Hs (265) hassij	109 Mt (266) meitnerij	110 Ds (271) darmstadij	111 Rg (272) rentgenij	112 Cn (285) kopernicij	113 Nh (286) nihonij	114 Fl (289) flerovij	115 Mc (289) moskovij	116 Lv (293) livermorij	117 Ts (294) tenesi	118 Og (294) oganeson
57 La 138,9 lantan	58 Ce 140,1 cerij	59 Pr 140,9 praseodimij	60 Nd 144,2 neodimij	61 Pm (145) prometij	62 Sm 150,4 samarij	63 Eu 152,0 europij	64 Gd 157,3 gadolinij	65 Tb 158,9 terbij	66 Dy 162,5 disprozij	67 Ho 164,9 holmij	68 Er 167,3 erbij	69 Tm 168,9 tulij	70 Yb 173,0 lutecij	71 Lu 175,0 lutecij	72 Hf 178,5 hafnij	73 Ta 180,9 tantal	74 W 183,9 volfram
89 Ac 227,0 aktinij	90 Th (232) torij	91 Pa (231) protaktinij	92 U (238) uranij	93 Np (237) neptunij	94 Pu (244) plutonij	95 Am (243) americij	96 Cm (247) kurij	97 Bk (247) berkelij	98 Cf (251) kalifornij	99 Es (252) einsteinij	100 Fm (257) fermij	101 Md (258) mendeljevij	102 No (259) nobelij	103 Lr (262) lawrencij	104 Rf (261) rutherfordij	105 Db (262) dubnij	106 Sg (263) seaborgij

Z
X
A_r
ime

Z - atomski broj

A_r - relativna atomska masa

metali nemetali polumetali

čvrsto tekuće plinovito agregacijsko stanje

LITERATURA

- Banović, T., Holenda, K., Lacić, S., Kovač - Andrić, E., Štiglić, N. (2019): KEMIJA 7, udžbenik kemije za sedmi razred osnovne škole, Profil, Zagreb.
- Sikirica, M. (2008): Stehiometrija. Školska knjiga, Zagreb.

Internetski izvori:

- <http://www.kunalipa.com/katalog/kovanice/5-kuna.php> pristupljeno 9.7.2020.
- <http://www.kunalipa.com/katalog/kovanice/2-kune.php> pristupljeno 9.7.2020.
- https://www.alfaportal.hr/phocadownload/osnovna_skola/7_razred/kemija/galerija_slika/19.%20Kemijski%20simboli%20i%20PSE/slides/19.3%20PSE.jpg ; pristupljeno 15.7.2020.
- https://www.periodni.com/hr/abecedni_popis_naziva_kemijskih_elementa.html; pristupljeno 15.7.2020.
- <https://pixabay.com/photos/water-drop-splash-h2o-rain-dew-316625/>, pristupljeno 14.10.2020.
- <https://pixabay.com/photos/scale-justice-weight-health-2634795/>, pristupljeno 14.10.2020.