

**Rastija, Vesna**

**Authored book / Autorska knjiga**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2016**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:931707>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-30**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



Vesna Rastija

# ZBIRKA ZADATAKA IZ KEMIJE





SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

Vesna Rastija

**ZBIRKA ZADATAKA  
IZ KEMIJE**

Osijek, 2016.





**Recenzenti:**

Doc.dr.sc. Martina Medvidović-Kosanović  
Doc.dr.sc. Dajana Gašo-Sokač

**Lektorica:**

Tanja Šustić, prof.

Suglasnost za izdavanje ovog sveučilišnog priručnika odobrio je Senat Sveučilišta Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku 1. prosinca 2015. pod brojem 34/15.

ISBN 978-953-7871-54-3

CIP zapis je dostupan u računalnom katalogu Gradske i  
sveučilišne knjižnice Osijek pod brojem 140323040.

Tisak

Čarobni tim d.o.o., Osijek



# PERIODNI SUSSTAV ELEMENATA

SKUPINA 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
PERIODA 1	1 <b>H</b> 1.0079 VODIK	2 <b>He</b> 4.0026 HELLJ																	
2	3 <b>Li</b> 6.941 LITIJ	4 <b>Be</b> 9.0122 BERILIJ	5 <b>B</b> 10.811 BOR	6 <b>C</b> 12.011 UGLJIK	7 <b>N</b> 14.007 DUŠIK	8 <b>O</b> 15.999 KISIK	9 <b>F</b> 18.998 FLUOR	10 <b>Ne</b> 20.180 NEON											
3	11 <b>Na</b> 22.990 NATRIJ	12 <b>Mg</b> 24.305 MAGNEZIJ	13 <b>Al</b> 26.982 ALUMINIJ	14 <b>Si</b> 28.086 SILICIJ	15 <b>P</b> 30.974 FOSFOR	16 <b>S</b> 32.065 SUMPOR	17 <b>Cl</b> 35.453 KLOR	18 <b>Ar</b> 39.948 ARGON											
4	19 <b>K</b> 39.098 KALIJ	20 <b>Ca</b> 40.078 KALCIJ	21 <b>Sc</b> 44.956 SKANDIJ	22 <b>Ti</b> 47.867 TITANIJ	23 <b>V</b> 50.942 VANADIJ	24 <b>Cr</b> 51.996 KROM	25 <b>Mn</b> 54.938 MANGAN	26 <b>Fe</b> 55.845 ŽELJEZO	27 <b>Co</b> 58.933 KOBALT	28 <b>Ni</b> 58.693 NIKAL	29 <b>Cu</b> 63.546 BAKAR	30 <b>Zn</b> 65.38 CINK	31 <b>Ga</b> 69.723 GALIJ	32 <b>Ge</b> 72.64 GERMANIJ	33 <b>As</b> 74.922 ARSEN	34 <b>Se</b> 78.96 SELENIJ	35 <b>Br</b> 79.904 BROM	36 <b>Kr</b> 83.798 KRIPTON	
5	37 <b>Rb</b> 85.468 RUBIDIJ	38 <b>Sr</b> 87.62 STRONCIJ	39 <b>Y</b> 88.906 ITRIJ	40 <b>Zr</b> 91.224 CIRKONIJ	41 <b>Nb</b> 92.906 NIABIJ	42 <b>Mo</b> 95.96 MOLIBDEN	43 <b>Tc</b> 98 TEHNECIJ	44 <b>Ru</b> 101.07 RUTENIJ	45 <b>Rh</b> 102.91 RODIJ	46 <b>Pd</b> 106.42 PALADIJ	47 <b>Ag</b> 107.87 SREBRO	48 <b>Cd</b> 112.41 KADMIJ	49 <b>In</b> 114.82 INDIJ	50 <b>Sn</b> 118.71 KOSTIAR	51 <b>Sb</b> 121.76 ANTIMON	52 <b>Te</b> 127.60 TELURIJ	53 <b>I</b> 126.90 JOD	54 <b>Xe</b> 131.29 KSENON	
6	55 <b>Cs</b> 132.91 CEZIJ	56 <b>Ba</b> 137.33 BARIJ	57-71 <b>La-Lu</b> Lantanoidi	72 <b>Hf</b> 178.49 HAFNIJ	73 <b>Ta</b> 180.95 TANTAL	74 <b>W</b> 183.84 VOLFRAM	75 <b>Re</b> 186.21 RENIJ	76 <b>Os</b> 190.23 OSMIJ	77 <b>Ir</b> 192.22 IRIDIJ	78 <b>Pt</b> 195.08 PLATINA	79 <b>Au</b> 196.97 ZLATO	80 <b>Hg</b> 200.59 ŽIVA	81 <b>Tl</b> 204.38 TALIJ	82 <b>Pb</b> 207.2 OLOVO	83 <b>Bi</b> 208.98 BIZMUT	84 <b>Po</b> 209 POLONIJ	85 <b>At</b> 210 ASTAT	86 <b>Rn</b> 222 RADON	
7	87 <b>Fr</b> (223) FRANCIJ	88 <b>Ra</b> (226) RADIJ	89-103 <b>Ac-Lr</b> Aktinoidi	104 <b>Rf</b> (267) RUTHERFORDIJ	105 <b>Db</b> (268) DUBNIJ	106 <b>Sg</b> (271) SEABORGIJ	107 <b>Bh</b> (272) BOHRIJ	108 <b>Hs</b> (277) HASSIJ	109 <b>Mt</b> (276) MEITNERIJ	110 <b>Ds</b> (281) DARMSTADTIJ	111 <b>Rg</b> (280) RENDGENIJ	112 <b>Cn</b> (285) KOPERNICIJ	113 <b>Uut</b> (...) UNUNTRIJ	114 <b>Fl</b> (287) FLEROVIJ	115 <b>Uup</b> (...) UNUNPENTIJ	116 <b>Lv</b> (291) LIVERMORIJ	117 <b>Uus</b> (...) UNUNSEPTIJ	118 <b>Uuo</b> (...) UNUNOKTIJ	

OZNAČAVANJE SKUPINE  
IUPAC PREPORUKA  
(1985.)

OZNAČAVANJE SKUPINE  
CHEMICAL ABSTRACT SERVICE  
(1986.)

ATOMSKI BROJ

RELATIVNA ATOMSKA MASA

SIMBOL

NAZIV ELEMENTA

## LANTANOIDI

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
<b>La</b> LANTAN	<b>Ce</b> CERIJ	<b>Pr</b> PRASEODIMIJ	<b>Nd</b> NEODIMIJ	<b>Pm</b> PROMETIJ	<b>Sm</b> SAMARIJ	<b>Eu</b> EUROPIJ	<b>Gd</b> GADOLINIJ	<b>Tb</b> TERBIJ	<b>Dy</b> DISPROZIJ	<b>Ho</b> HOLMIJ	<b>Er</b> ERBIJ	<b>Tm</b> TULIJ	<b>Yb</b> ITERBIJ	<b>Lu</b> LUTECIJ

## AKTINOIDI

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
<b>Ac</b> AKTINIJ	<b>Th</b> TORIJ	<b>Pa</b> PROTAKTINIJ	<b>U</b> URANIJ	<b>Np</b> NEPTUNIJ	<b>Pu</b> PLUTONIJ	<b>Am</b> AMERICIJ	<b>Cm</b> KURIJ	<b>Bk</b> BERKELIJ	<b>Cf</b> KALIFORNIJ	<b>Es</b> EINSTEINIJ	<b>Fm</b> FERMIJ	<b>Md</b> MENDELEVIJ	<b>No</b> NOBELIJ	<b>Lr</b> LAWRENCIJ





## Predgovor

Ova zbirka zadataka prvenstveno je namijenjena studentima Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku kao dodatni materijal za pripremu ispita iz modula *Kemija*. Zbirka sadrži zadatke koji se rješavaju na računskim vježbama ili su bili zadatci na ispitu.

Svaka nastavna cjelina započinje pregledom najosnovnijih formula koje će se koristiti prilikom rješavanja zadataka. Od III. do VIII. poglavlja dani su i primjeri rješavanja nekih zadataka. Nakon toga slijede zadatci za vježbu s rješenjem, tako da student može sam provjeriti točnost riješenih zadataka.

Zbirka je namijenjena i studentima ostalih studija (medicine, prehrambene tehnologije itd.) kao dodatni izvor zadataka za vježbu. Naravno, rad u laboratoriju također zahtijeva znanje i sposobnost laboranta u rješavanju kemijskog računa s kojim se susreće svakodnevno, primjerice pripreme otopina ili analize različitih vrsta uzoraka. Stoga je ova zbirka dobrodošao priručnik i u svakom laboratoriju.

Pozorno, aktivno i redovito sudjelovanje u nastavi, te redovito vježbanje rješavanja zadataka iz dane literature, sigurna je „formula“ za uspješno polaganje ovog dijela ispita iz *Kemije*. Svima želim puno uspjeha u radu!

*Vesna Rastija*



## Sadržaj

<b>Poglavlje</b>	<b>Stranica</b>
I. Fizičke veličine i mjerne jedinice	1
II. Nazivi kemijskih spojeva	4
III. Atomska i molekulska masa, Avogadrova konstanta i mol, kemijska formula	6
IV. Odnosi količina tvari i masa tvari pri kemijskim reakcijama	13
V. Plinski zakoni	17
VI. Koncentracija otopina	23
VII. Redoks reakcije	35
VIII. Izračunavanje pH, $[H^+]$ , pOH, $[OH^-]$	42
Literatura	50



I. Fizičke veličine i mjerne jedinice

TABLICA 1. Prefiksi u međunarodnom sustavu jedinica (SI)

Prefiks	Simbol	Značenje	Prefiks	Simbol	Značenje
deci	d	$10^{-1}$	deka	da	$10^1$
centi	c	$10^{-2}$	hekto	h	$10^2$
mili	m	$10^{-3}$	kilo	k	$10^3$
mikro	$\mu$	$10^{-6}$	mega	M	$10^6$
nano	n	$10^{-9}$	giga	G	$10^9$
piko	p	$10^{-12}$	tera	T	$10^{12}$

**DULJINA ( $l$ )**

jedinica: metar (m)

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-1} \text{ cm} = 10^{-2} \text{ dm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ ili } 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 0,001 \text{ ili } 10^{-3} \text{ km}$$

$$1 \text{ angstrom } (\text{Å}) = 10^{-10} \text{ m} = 100 \text{ pm}$$

**MASA ( $m$ )**

jedinica: gram (g)

$$1 \text{ kilogram (kg)} = 1000 \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg ili } 10^{-3} \text{ kg}$$

$$1 \text{ tona (t)} = 1000 \text{ kg} = 10^6 \text{ g}$$

**TERMODINAMIČKA TEMPERATURA ( $T$ )**

jedinica: kelvin (K)

$$t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273,15$$

$$T/\text{K} = t/^{\circ}\text{C} + 273,15$$

**KOLIČINA TVARI ( $n$ )**

jedinica: mol (mol)

$$n = \frac{m}{M}$$

$M$  = molarna masa ( $\text{g mol}^{-1}$ )

**SILA ( $F$ )**

jedinica: newton (N)

**TLAK ( $p$ )**

jedinica: pascal (Pa)

## I. Fizičke veličine i mjerne jedinice

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$$

Ostale jedinice: atmosfera (atm); bar (bar): milimetri stupca žive (mmHg).

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ Pa}$$

### VOLUMEN (V)

jedinica: kubični metar ( $\text{m}^3$ )

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^9 \text{ mm}^3$$

$$1 \text{ mm}^3 = 10^{-3} \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ dm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ litra (L)} = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mililitar (mL)} = 1 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ decilitar (dL)} = 10^{-1} \text{ L}$$

### GUSTOĆA ( $\rho$ )

jedinica:  $\text{g cm}^{-3}$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

### Zadatci za vježbu:

1. Navedene vrijednosti masa izrazi u zadanim mjernim jedinicama:

a)  $100 \text{ g} = ? \text{ kg}$

b)  $0,2 \text{ mg} = ? \text{ g}$

c)  $150 \text{ g} = ? \mu\text{g}$

d)  $5,75 \times 10^5 \text{ mg} = ? \text{ g}$

e)  $3,5 \text{ t} = ? \text{ kg}$

**Rješenje:** a)  $0,1 \text{ kg}$ ; b)  $2 \times 10^{-4} \text{ g}$ ; c)  $1,5 \times 10^4 \mu\text{g}$ ; d)  $575 \text{ g}$ ; e)  $3500 \text{ kg}$

2. Navedene vrijednosti temperature izrazi u zadanim mjernim jedinicama:

a)  $15 \text{ }^\circ\text{C} = ? \text{ K}$

b)  $100 \text{ K} = ? \text{ }^\circ\text{C}$

c)  $785 \text{ K} = ? \text{ }^\circ\text{C}$

d)  $-5 \text{ }^\circ\text{C} = ? \text{ K}$

**Rješenje:** a)  $288,15 \text{ K}$ ; b)  $-173,15 \text{ }^\circ\text{C}$ ; c)  $511,85 \text{ }^\circ\text{C}$ ; d)  $268,15 \text{ K}$

3. Navedene vrijednosti tlaka izrazi u zadanim mjernim jedinicama:

a)  $250 \text{ kPa} = ? \text{ Pa}$

b)  $5,5 \text{ atm} = ? \text{ kPa}$

c)  $155 \text{ mbara} = ? \text{ Pa}$

d)  $125\,678 \text{ Pa} = ? \text{ atm}$

e)  $125 \text{ mmHg} = ? \text{ Pa}$

f)  $253\,312,5 \text{ Pa} = ? \text{ atm}$

**Rješenje:** a)  $250\,000 \text{ Pa}$ ; b)  $557,29 \text{ kPa}$ ; c)  $15\,500 \text{ Pa}$ ; d)  $1,24 \text{ atm}$ ;  
e)  $16\,665,25 \text{ Pa}$ ; f)  $2,5 \text{ atm}$

I. Fizičke veličine i mjerne jedinice

4. Polumjer atoma željeza iznosi 1,24 Å. Koliko nanizanih atoma željeza stane u lanac dugačak 1 cm.  
**Rješenje:**  $4,03 \times 10^7$  atoma
5. Navedene vrijednosti volumena izrazi u zadanim mjernim jedinicama:  
a)  $2,5 \text{ m}^3 = ? \text{ dm}^3$   
b)  $655 \text{ mm}^3 = ? \text{ cm}^3$   
c)  $25 \text{ dm}^3 = ? \text{ cm}^3$   
d)  $25 \text{ mm}^3 = ? \text{ m}^3$   
e)  $1150 \text{ mL} = ? \text{ L}$   
f)  $15 \text{ cm}^3 = ? \text{ m}^3$   
**Rješenje:** a)  $2500 \text{ dm}^3$ ; b)  $0,655 \text{ cm}^3$ ; c)  $25\,000 \text{ cm}^3$ ; d)  $2,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3$  e)  $1,15 \text{ L}$ ; f)  $1,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
6. Izračunajte gustoća tijela mase 12,33 g i volumena  $0,555 \text{ dm}^3$ .  
**Rješenje:**  $0,0222 \text{ g cm}^{-3}$
7. Gustoća 96 %-tne otopine octene kiseline iznosi  $1,06 \text{ cm}^3$ . Izračunaj masu  $500 \text{ cm}^3$  te otopine.  
**Rješenje:** 530 g
8. Gustoću  $1,085 \text{ g cm}^{-3}$  izrazi u:  
a)  $\text{g dm}^{-3}$   
b)  $\text{kg dm}^{-3}$   
**Rješenje:** a)  $1085 \text{ g dm}^{-3}$ ; b)  $1,085 \text{ kg dm}^{-3}$
9. Koliki volumen zaprema 755,5 mg žive pri  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  ako je gustoća žive pri toj temperaturi  $13,55 \text{ g cm}^{-3}$ ?  
**Rješenje:**  $0,0558 \text{ cm}^3$
10. Navedene vrijednosti fizičkih veličina preračunaj u zadane jedinice:  
a)  $10 \text{ }\mu\text{L} = ? \text{ mL}$   
b)  $254 \text{ pm} = ? \text{ cm}$   
c)  $1,236 \text{ g cm}^{-3} = ? \text{ kg L}^{-1}$   
d)  $200 \text{ dag} = ? \text{ kg}$   
**Rješenje:** a)  $0,01 \text{ mL}$ ; b)  $2,54 \times 10^{-8} \text{ cm}$ ; c)  $1,236 \text{ kg L}^{-1}$ ; d)  $2 \text{ kg}$

## II. Nazivi kemijskih spojeva

1. Napišite formule sljedećih spojeva:

2. Napišite formule sljedećih iona:

ime spoja	formula spoja	ime iona	formula iona
a) sumporovodik		a) hidrogenfosfat ion	
b) klorovodična kiselina		b) vodikov ion	
c) urea		c) oksid ion	
d) barijev karbonat		d) cinkov ion	
e) željezov(III) oksid		e) amonijev ion	
f) glukoza		f) oksalat ion	
g) ugljikov(IV) oksid		g) hidrogenkarbonat ion	
h) dušik		h) fosfat ion	
i) etanol		i) nitrat ion	
j) amonijak		j) permanganat ion	
k) natrijev bromat		k) sulfid ion	
l) kalcijev dihidrogenfosfat		l) formijat ion	
m) amonijev fosfat		m) oksonijev ion	
n) natrijev hidrogenkarbonat		n) bakrov(I) ion	
o) fosforov(V) klorid		o) karbonat ion	
p) cianovodična kiselina		p) acetat ion	
r) aluminijev klorid		r) hidroksid ion	
s) kalcijev acetat		s) nitrit ion	
t) amonijev hidroksid		t) klorid ion	
u) magnezijev sulfat		u) barijev ion	
v) cinkov oksid		v) jodat ion	
x) hipoklorasta kiselina		x) perklorat ion	
y) natrijev oksalat		y) peroksid ion	
z) olovov(II) nitrat		z) bikromat ion	

**Rješenje:** 1. a)  $\text{H}_2\text{S}$ ; b)  $\text{HCl}$ ; c)  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ; d)  $\text{BaCO}_3$ ; e)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; f)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ; g)  $\text{CO}_2$ ; h)  $\text{N}_2$ ; i)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ; j)  $\text{NH}_3$ ; k)  $\text{NaBrO}_3$ ; l)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ; m)  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ; n)  $\text{NaHCO}_3$ ; o)  $\text{PCl}_5$ ; p)  $\text{HCN}$ ; r)  $\text{AlCl}_3$ ; s)  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ; t)  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; u)  $\text{MgSO}_4$ ; v)  $\text{ZnO}$ ; x)  $\text{HClO}$  y)  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ; z)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

2. a)  $\text{HPO}_4^{2-}$ ; b)  $\text{H}^+$ ; c)  $\text{O}^{2-}$ ; d)  $\text{Zn}^{2+}$ ; e)  $\text{NH}_4^+$ ; f)  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ; g)  $\text{HCO}_3^-$ ; h)  $\text{PO}_4^{3-}$ ; i)  $\text{NO}_3^-$ ; j)  $\text{MnO}_4^-$ ; k)  $\text{S}^{2-}$ ; l)  $\text{HCOO}^-$ ; m)  $\text{H}_3\text{O}^+$ ; n)  $\text{Cu}^+$ ; o)  $\text{CO}_3^{2-}$ ; p)  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ; r)  $\text{OH}^-$ ; s)  $\text{NO}_2^-$ ; t)  $\text{Cl}^-$ ; u)  $\text{Ba}^{2+}$ ; v)  $\text{IO}_3^-$ ; x)  $\text{ClO}_4^-$ ; y)  $\text{O}_2^{2-}$ ; z)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$



II. Nazivi kemijskih spojeva

3. Napišite imena sljedećih spojeva:

4. Napišite formule sljedećih spojeva ili iona:

formula spoja	ime spoja	ime	formula
a) SiO <sub>2</sub>		a) acetat ion	
b) CH <sub>3</sub> COONa		b) hidrogenkarbonat ion	
c) K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		c) bakrov(II) sulfid	
d) P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>		d) kromov(III) klorid	
e) NO <sub>2</sub>		e) saharoza	
f) H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>		f) bromovodična kiselina	
g) KClO <sub>4</sub>		g) sumporov(VI) oksid	
h) (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>		h) olovov(II) sulfid	
i) HCOOH		i) jodid ion	
j) CH <sub>4</sub>		j) vodikov peroksid	
k) H <sub>2</sub> S		k) željezov(II) sulfat	
l) NaNO <sub>3</sub>		l) kalijev formijat	
m) NO		m) aluminijev ion	
n) (HCOO) <sub>2</sub> Ca		n) hidrid ion	
o) CH <sub>3</sub> OH		o) natrijev ion	
p) MgHPO <sub>4</sub>		p) fosforov(V) klorid	
r) ZnO		r) srebrov(I) oksid	
s) HMnO <sub>4</sub>		s) olovov(II) acetat	
t) KIO <sub>3</sub>		t) nitrid ion	
u) FeSO <sub>4</sub>		u) sulfat ion	
v) Al <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>		v) kromat ion	
x) HF		x) hidrogensulfid ion	
y) CCl <sub>4</sub>		y) amonijev hidrogenfosfat	
z) Cu(OH) <sub>2</sub>		z) dušikov(V) oksid	

**Rješenje:** 3. a) silicijev(IV) oksid; b) natrijev acetat; c) kalijev sulfat; d) fosforov(V) oksid; e) dušikov(IV) oksid; f) sumporasta kiselina; g) kalijev perklorat; h) amonijev oksalat; i) mravlja kiselina; j) metan; k) vodikov sulfid; l) natrijev nitrat; m) dušikov(II) oksid; n) kalcijev formijat; o) metanol; p) magnezijev hidrogenfosfat; r) cinkov oksid; s) permanganatna kiselina; t) kalijev jodat; u) željezov(II) sulfat; v) aluminijev karbonat; x) fluorovodična kiselina; y) ugljikov(IV) klorid; z) bakrov(II) hidroksid

4. a) CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>; b) HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; c) CuS; d) CrCl<sub>3</sub>; e) C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>12</sub>; f) HBr; g) SO<sub>2</sub>; h) PbS; i) I<sup>-</sup>; j) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; k) FeSO<sub>4</sub>; l) HCOOK; m) Al<sup>3+</sup>; n) H<sup>-</sup>; o) Na<sup>+</sup>; p) PCl<sub>5</sub>; r) Ag<sub>2</sub>O; s) (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Pb; t) N<sup>3-</sup>; u) SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; v) CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; x) HS<sup>-</sup>; y) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; z) N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### III. Atomska i molekulska masa, Avogadrova konstanta i mol, kemijska formula

#### PREGLED OSNOVNIH FORMULA

##### Relativna atomska masa ( $A_r$ )

$$A_r = \frac{m_a}{m_u}$$

$m_a$  = prosječna masa atoma /kg  
 $m_u$  = atomska masena konstanta  
=  $1,66 \times 10^{-27}$  kg

$$M_r = \frac{m_f}{m_u}$$

$m_f$  = prosječna masa molekule /kg

##### Maseni udio sastojka u smjesi ( $w$ ) / $\times 100 \dots \%$

$$w = \frac{m(\text{sastojka})}{m(\text{smjese})}$$

##### Maseni udio elementa u kemijskom spoju ( $w$ ) / $\times 100 \dots \%$

$$w(\text{sastojka}) = \frac{m(\text{elementa})}{m(\text{spoja})}$$

$$w(\text{sastojka}) = \frac{N \times A_r(\text{elementa})}{M_r(\text{spoja})}$$

$N$  = broj atoma elementa u molekuli

##### Gustoće otopine ( $\rho$ / $\text{g cm}^{-3}$ )

$$\rho = \frac{m(\text{otopine})}{V(\text{otopine})}$$

**Količina tvari** ( $n$  / mol)

$$n = \frac{m}{M}$$

$M$  = molarna masa

$M = A_r$  ili  $M_r$  / g mol<sup>-1</sup>

**Brojnost jedinki** ( $N$  / atomi, molekule, ioni,..)

$$N = n \times N_A$$

$N_A$  = Avogadrova konstanta =  $6,022 \times 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>

$$m_a = \frac{M(\text{elementa})}{N_A}$$


---


$$m_f = \frac{M(\text{molekule})}{N_A}$$

**Riješeni primjeri:**

1. Koliko atoma srebra ima u 1 mg srebra?

$$m(\text{Ag}) = 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$$

$$n(\text{Ag}) = \frac{m}{M} = \frac{10^{-3} \text{ g}}{107,9 \text{ g mol}^{-1}} = 9,267 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$N(\text{Ag}) = n \cdot N_A = 9,267 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = \mathbf{5,58 \cdot 10^{18} \text{ atoma}}$$

2. Izračunajte broj molekula etanola u 1 dm<sup>3</sup> 83 %-tne otopine gustoće  $\rho = 0,8554 \text{ g cm}^{-3}$ .

$$V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,83$$

$$\rho(\text{otopine}) = 0,8554 \text{ g cm}^{-3}$$

$$N(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = ?$$

$$m(\text{otopine}) = \rho(\text{otopine}) \cdot V(\text{otopine}) = 0,8554 \text{ g cm}^{-3} \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 855,4 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = m(\text{otopine}) \cdot w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 855,4 \text{ g} \cdot 0,83 = 709,982 \text{ g}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m}{M} = \frac{709,982 \text{ g}}{46,07 \text{ g mol}^{-1}} = 15,41 \text{ mol}$$

$$N(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot N_A = 15,41 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = \mathbf{9,28 \cdot 10^{24}}$$

**molekula**

III. Atomska i molekulska masa, Avogadrova konstanta i mol, kemijska formula

3. Koliko se grama fosfora nalazi u 2 kg 10 %-tnog kalijeva hidrogenfosfata?

$$m(\text{smjese}) = 2 \text{ kg} = 2000 \text{ g}$$

$$w(\text{K}_2\text{HPO}_4) = 0,10$$

$$m(\text{P}) = ?$$

$$m(\text{K}_2\text{HPO}_4) = m(\text{smjese}) \cdot w(\text{K}_2\text{HPO}_4) = 2000 \text{ g} \cdot 0,10 = 200 \text{ g}$$

$$w(\text{P}) = \frac{A_r(\text{P})}{M_r(\text{K}_2\text{HPO}_4)} = \frac{30,97}{174,18} = 0,1778$$

$$m(\text{P}) = 200 \text{ g} \cdot 0,1778 = \mathbf{35,56 \text{ g}}$$

4. Maseni udio kalija u nekom spoju je 24,75 %, mangana 34,77 % i kisika 40,49 %. Odredi empirijsku formulu spoja.

U 100 g tvari:

$$m(\text{K}) = 24,75 \text{ g}$$

$$m(\text{Mn}) = 34,77 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = 40,49 \text{ g}$$

$$n(\text{K}) = \frac{m(\text{K})}{M(\text{K})} = \frac{24,75 \text{ g}}{39,10 \text{ g mol}^{-1}} = 0,633 \text{ mol}$$

$$n(\text{Mn}) = \frac{m(\text{Mn})}{M(\text{Mn})} = \frac{34,77 \text{ g}}{54,94 \text{ g mol}^{-1}} = 0,633 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{40,49 \text{ g}}{16 \text{ g mol}^{-1}} = 2,53 \text{ mol}$$

$$n(\text{K}) : n(\text{Mn}) : n(\text{O}) = N(\text{K}) : N(\text{Mn}) : N(\text{O})$$

$$0,633 \text{ mol} : 0,633 \text{ mol} : 2,53 \text{ mol} = N(\text{K}) : N(\text{Mn}) : N(\text{O}) / : 0,633$$

$$1 : 1 : 4 = 1 : 1 : 4$$

Formula spoja je: **KMnO<sub>4</sub>**

5. Izračunajte masene udjele dušika u a) urei; b) kalcijevu nitritu; c) kalijevu nitratu; d) amonijevu oksalatu.

$$\text{a) } w(\text{N}) = \frac{2A_r(\text{N})}{M_r(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)} = \frac{2 \cdot 14,01}{60,06} = 0,4665 \quad \mathbf{46,65 \%}$$

$$\text{b) } w(\text{N}) = \frac{2A_r(\text{N})}{M_r(\text{Ca}(\text{NO}_2)_2)} = \frac{2 \cdot 14,01}{132,09} = 0,2121 \quad \mathbf{21,21 \%}$$

$$\text{c) } w(\text{N}) = \frac{A_r(\text{N})}{M_r(\text{KNO}_3)} = \frac{14,01}{101,10} = 0,1385 \quad \mathbf{13,85 \%}$$

$$\text{d) } w(\text{N}) = \frac{2 \cdot A_r(\text{N})}{M_r((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{2 \cdot 14,01}{124,1} = 0,2258 \quad \mathbf{22,58 \%}$$

III. Atomska i molekulska masa, Avogadrova konstanta i mol, kemijska formula

6. Neko gnojivo sadži 25 % amonijeva dihidrogenfosfata. Koliku masu fosfora sadži 1 kg tog gnojiva?

$$\begin{aligned}w(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) &= 0,25 \\m(\text{gnojiva}) &= 1000 \text{ g}\end{aligned}$$

$$m(\text{P}) = ?$$

$$w(\text{P}) = \frac{A_r(\text{P})}{M_r(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)} = \frac{30,974}{115,041} = 0,2692$$

$$m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \text{ u gnojivu}) = m(\text{gnojiva}) \cdot w(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 1000 \text{ g} \cdot 0,25 = 250 \text{ g}$$

$$m(\text{P}) = w(\text{P}) \cdot m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 0,2692 \cdot 250 \text{ g} = \mathbf{67,3 \text{ g}}$$

**Zadatci za vježbu:**

- Izračunajte masu dvije molekule vode izraženu u gramima.  
**Rješenje:**  $5,978 \times 10^{-23} \text{ g}$
- Izračunajte masu fosfora koji sadži  $5,56 \times 10^{24}$  molekula fosfora.  
**Rješenje:** 1 143,95 g
- Izračunajte prosječnu masu atoma ugljika.  
**Rješenje:**  $1,99 \times 10^{-23} \text{ g}$
- Koliko formulskih jedinki sadži 526 mg kalcijeva karbonata?  
**Rješenje:**  $3,16 \times 10^{21}$  formulskih jedinki
- Izračunajte broj formulskih jedinki bakrova(II) sulfata heptahidrata u 1 kg te tvari.  
**Rješenje:**  $2,1 \times 10^{24}$  formulskih jedinki
- Koliko se molekula saharoze nalazi u 300 g 5 %-tne otopine?  
**Rješenje:**  $2,64 \times 10^{22}$  molekula
- Izračunajte masene udjele pojedenih elemenata u kalcijevu fosfatu.  
**Rješenje:** 37,77 % Ca; 19,96 % P; 41,25 % O.
- Izračunajte masene udjele dušika u sljedećim spojevima: a) amonijevu hidrogenfosfatu; b) ureii; c) amonijevu nitratu; d) natrijevu nitritu.  
**Rješenje:** a) 21,21 %; b) 46,65 %; c) 35,0 %; d) 20,3%.
- Izračunajte najjednostavniju formulu spoja koji sadži 40 % sumpora i 60 % kisika.  
**Rješenje:**  $\text{SO}_3$
- Izračunajte formulu spoja koji sadži 56,58 % kalija, 8,69 % ugljika i 34,73 % kisika.  
**Rješenje:**  $\text{K}_2\text{CO}_3$

III. Atomska i molekulska masa, Avogadrova konstanta i mol, kemijska formula

11. Izračunajte formulu spoja koji sadrži 32,79 % natrija; 13,02 % aluminijsa i 54,19 % fluora.  
**Rješenje:**  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$
12. Izračunajte formulu spoja koji sadrži 0,37 g ugljika; 0,093 mola vodika i  $1,85 \times 10^{22}$  atoma klora.  
**Rješenje:**  $\text{CH}_3\text{Cl}$
13. Analizom nekog kromova spoja ustanovljeno je da je maseni udio kalija 26,57 %; kroma 35,36 % i kisika 38,07 %. Izračunajte formulu spoja.  
**Rješenje:**  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
14. Koja kemijska formula odgovara hidratnoj soli koja nastaje vezanjem 9 g vode na 15,96 g bezvodnog bakrova(II) sulfata?  
**Rješenje:**  $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$
15. Odredite empirijsku formulu spoja koji nastaje spajanjem 11,2 g željeza i 4,8 g kisika.  
**Rješenje:**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
16. Kolika se masa fosfora nalazi u 100 g gnojiva koje sadrži 10 % fosforova(V) oksid?  
**Rješenje:** 4,364 g
17. Koja masa 12 %-tnog amonijeva nitrata sadrži 100 g dušika?  
**Rješenje:** 2381,17 g
18. Koliko se grama fosfora nalazi u 123 g 35 %-tnog kalcijeva dihidrogenfosfata?  
**Rješenje:** 11,4 g
19. Koliko se atoma fosfora nalazi u 25 g kalcijeva dihidrogenfosfata?  
**Rješenje:**  $1,29 \times 10^{23}$  atoma
20. Koliko kilograma gnojiva, koje sadrži 15 % kalijeva nitrata, treba uzeti za gnojidbu 5 hektara zemlje, ako je za 1 hektar potrebno 12 kg dušika.  
**Rješenje:** 2888,07 kg
21. Koje od dva dušična gnojiva sadrže više dušika: čilska salitra (natrijev nitrata) ili norveška salitra (kalcijev nitrat)?  
**Rješenje:**  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  17,07 %
22. Izračunajte broj molekula etanola u  $1 \text{ dm}^3$  83 %-tne otopine gustoće  $0,8375 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $9,09 \times 10^{24}$  molekula
23. Kalcijev nitrat (čilska salitra) je poznato dušično gnojivo za folijarnu ishranu. Koliko se kilograma dušika nalazi u 1000 kg gnojiva koje sadrži 95 % kalcijeva nitrata?  
**Rješenje:** 161,5 kg
24. Izračunajte broj atoma fosfora u 1000 g fosfornog gnojiva fluorapatita koji sadrži 42,22 % fosforova(V) oksida.  
**Rješenje:**  $3,58 \times 10^{24}$  atoma

III. Atomska i molekulska masa, Avogadrova konstanta i mol, kemijska formula

25. Umjetno gnojivo, smjesa kalcijeva dihidrogenfosfata i kalcijeva sulfata naziva se „super fosfat“. Izračunajte masu fosfora u 1 kg smjese u kojoj je prisutno 20 % kalcijeva sulfata.  
**Rješenje:** 211,76 g
26. Koliko se grama kalcija nalazi u 1 toni 25 %-tnog kalcijeva fosfata.  
**Rješenje:** 96 900 g
27. Ako je neko gnojivo označeno kao 8 %-tni fosforov(V) oksid, koliko se grama kalcijeva dihidrogenfosfata nalazi u 1 kg tog gnojiva?  
**Rješenje:** 131,91 g
28. Koliko grama 10 %-tnog kalijevog klorida sadrži 100 g kalija?  
**Rješenje:** 1906,6 g
29. Koliko atoma dušika sadrži 500 kg 20 %-tne otopine uree?  
**Rješenje:**  $2 \times 10^{27}$  atoma
30. U koliko se 50 %-tnog amonijeva hidrogenkarbonata nalazi 100 g dušika?  
**Rješenje:** 1128,668 kg
31. Izračunajte masene udjele dušika u a) amonijevu bikromatu; b) magnezijevu cianidu; c) olovovu (II) nitratu; d) barijevu nitritu.  
**Rješenje:** a) 11,1 %; b) 0,367 %; c) 0,046% d) 0,122 %.
32. Formalin je 37 %-tna otopina formaldehida (HCOH). Izračunajte masu formalina u kojemu se nalazi 300 mola formaldehida.  
**Rješenje:** 24 348,65 g
33. Zapalimo li 18,57 g fosfora dobijemo 42,57 g nekog fosforova oksida. Izračunajte formulu tog spoja.  
**Rješenje:**  $P_2O_5$
34. Uzorak od 7 g niklova(II) sulfata nakon zagrijavanja, zbog gubitka kristalno vezane vode, ima masu 3,857 g. Koja je najjednostavnija formula toga spoja?  
**Rješenje:**  $NiSO_4 \times 7 H_2O$
35. Kalcijev nitrat (norveška salitra) je poznato dušično gnojivo za folijarnu ishranu. Koliko se kilograma dušika nalazi u 2 tone toga proizvoda?  
**Rješenje:** 340 kg
36. Fiziološka otopina je 0,9 %-tna otopina natrijeva klorida. Koliko se formulskih jedinki natrijeva klorida nalazi u 250 g fiziološke otopine?  
**Rješenje:**  $2,32 \times 10^{22}$  molekula
37. Koliko kilograma gnojiva, 65 %-tnog u odnosu na kalijev oksid, treba uzeti da se po hektaru doda 256 kg kalija?  
**Rješenje:** 474,46 kg

III. Atomska i molekulska masa, Avogadrova konstanta i mol, kemijska formula

38. Amonijev nitrat i amonijev sulfat koriste se kao dušična gnojiva. Koji je od ta dva gnojiva bogatiji dušikom?  
**Rješenje:** amonijev nitrat (35 % N)
39. Izračunajte gustoću vode ako 1 m<sup>3</sup> vode sadrži  $3,34 \times 10^{28}$  molekula vode.  
**Rješenje:** 1 g cm<sup>-3</sup>
40. Koliko se atoma bakra nalazi u 50 g 10 %-tne otopine bakrova(II) sulfata pentahidrata (modre galice)?  
**Rješenje:**  $1,2 \times 10^{22}$  atoma
41. Koliko se kilograma uree mora uzeti za gnojidbu 50 hektara zemlje ako je za 1 hektar potrebno 1 kg dušika?  
**Rješenje:** 107 kg
42. Ovca u prosjeku pojede 3 kg krmne smjese dnevno. Koliko grama dušika prisutnog u urei unese ovca ako ta hrana sadrži 0,8 % uree.  
**Rješenje:** 11,2 g
43. Analizom uzorka mlijeka utvrđeno je da sadrži 5,5 % mliječnog šećera. Izračunajte masu mliječnog šećera u 2 dL mlijeka ako je gustoće mlijeka  $\rho = 1,034 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:** 11,374 g
44. Molarna masa nikotina iznosi 162,23 g mol<sup>-1</sup>. Maseni udio dušika u nikotinu iznosi 17,27 %. Izračunajte broj atoma dušika u 15 mg nikotina.  
**Rješenje:**  $1,12 \times 10^{20}$  atoma
45. Ako je za gnojidbu neke kulture potrebno 15 g molidbena po hektaru, izračunajte koliko je kilograma gnojiva, koje sadrži 25 % CaMoO<sub>4</sub> potrebno za gnojidbu 100 hektara zemlje.  
**Rješenje:** 12,5 kg
46. Izračunajte broj atoma magnezija 1 µg klorofila b (C<sub>55</sub>H<sub>70</sub>O<sub>6</sub>N<sub>4</sub>Mg).  
**Rješenje:**  $6,64 \times 10^{14}$  atoma
47. Kaolinit je mineral gline kemijskog sastava Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>. Koliko atoma aluminija sadrži 1 kg kaolinita?  
**Rješenje:**  $4,67 \times 10^{24}$  atoma



## IV. Odnosi količina tvari i masa tvari pri kemijskim reakcijama

### Riješeni primjeri:

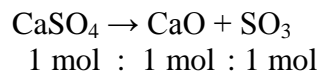
1. Kalcijev sulfat se zagrijavanjem raspada na kalcijev oksid i sumporov(VI) oksid. Koliko je kalcijeva sulfata potrebno da se tim postupkom proizvede 250 g kalcijeva oksida?

$$m(\text{CaO}) = 250 \text{ g}$$

---


$$m(\text{CaSO}_4) = ?$$

$$n(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{250 \text{ g}}{56,1 \text{ g mol}^{-1}} = 4,46 \text{ mol}$$



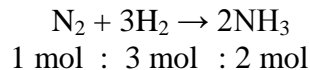
$$n(\text{CaO}) : n(\text{CaSO}_4) = 1 \text{ mol} : 1 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{CaSO}_4)}{n(\text{CaO})} = \frac{1}{1} \qquad n(\text{CaSO}_4) = n(\text{CaO}) = 4,46 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaSO}_4) = n \cdot M = 4,46 \text{ mol} \cdot 136,16 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{607,27 \text{ g}}$$

2. Koliko grama vodika treba za reakciju s 84 g dušika u *Haber-Boschovom* postupku proizvodnje amonijaka?

$$\frac{m(\text{N}_2) = 84 \text{ g}}{m(\text{H}_2) = ?}$$



$$n(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} = \frac{84 \text{ g}}{28,02 \text{ g mol}^{-1}} = 3 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2) : n(\text{H}_2) = 1 \text{ mol} : 3 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{N}_2)} = \frac{3}{1} \quad n(\text{H}_2) = 3 \cdot n(\text{N}_2) = 3 \cdot 3 \text{ mol} = 9 \text{ mol}$$

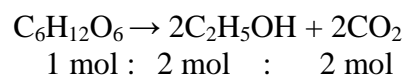
$$m(\text{H}_2) = n \cdot M = 9 \text{ mol} \cdot 2,02 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{18,18 \text{ g}}$$

3. Kolika je masa glukoze potrebna da se alkoholnim vrenjem dobije 100 g čistog etanola?

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 100 \text{ g}$$

---


$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = ? \text{ g}$$



IV. Odnosi količina tvari i masa tvari pri kemijskim reakcijama

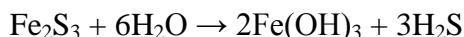
$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{100 \text{ g}}{46,08 \text{ g mol}^{-1}} = 2,17 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{2} = 1,085 \text{ mol}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1,085 \text{ mol} \cdot 180,18 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{195,5 \text{ g}}$$

4. Koja masa vode reagira s 20 mg željezova(III) sulfida koji hidrolizira u željezov(III) hidroksid uz izdvajanje vodikova sulfida?

$$\frac{m(\text{Fe}_2\text{S}_3) = 20 \text{ mg} = 0,02 \text{ g}}{m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = ?}$$



$$n(\text{Fe}_2\text{S}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{S}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{S}_3)} = \frac{0,02 \text{ g}}{207,88 \text{ g mol}^{-1}} = 9,62 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}_2\text{S}_3) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 6$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{Fe}_2\text{S}_3)} = \frac{6}{1} \quad n(\text{H}_2\text{O}) = 6 \cdot n(\text{Fe}_2\text{S}_3) = 6 \cdot 9,62 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 5,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 5,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 18 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{0,01 \text{ g}}$$

**Zadatci za vježbu:**

1. Koliko mola sumporne kiseline reagira s 1 g kalijeve hidroksida?  
**Rješenje:**  $8,9 \times 10^{-3} \text{ mol}$
2. Kolika masa natrijeva klorida nastaje u reakciji 10 g natrijeve hidroksida s klorovodičnom kiselinom?  
**Rješenje:** 14,61 g
3. Reakcijom kalcija s kisikom (gorenje kalcija) nastaje kalcijev oksid. Kolika masa kalcijeva oksida nastaje tom reakcijom iz 100 mg kalcija?  
**Rješenje:** 0,1402 g
4. Izračunajte masu kalcijeva klorida potrebnog za reakciju s 12 mg srebrova(I) nitrata.  
**Rješenje:**  $3,9 \times 10^{-3} \text{ g}$
5. Kolika masa vode nastaje u reakciji 12 g vodika s kisikom?  
**Rješenje:** 106,92 g
6. Koliko je mola klora u reakciji s fosforom potrebno za pripremu 200 mg fosforova(V) klorida?  
**Rješenje:**  $9,6 \times 10^{-4} \text{ mola}$

IV. Odnosi količina tvari i masa tvari pri kemijskim reakcijama

7. Koliko grama olovova(II) sulfata nastaje reakcijom 100 g olovova(II) nitrata s natrijevim sulfatom?  
**Rješenje:** 91,56 g
8. Kolika masa srebrova(I) klorida nastaje reakcijom 200 mg srebrova(I) nitrata s klorovodičnom kiselinom?  
**Rješenje:** 0,169 g
9. Kolika masa natrijeva fosfata nastaje reakcijom 0,2 g natrijeva hidroksida s fosforom kiselinom?  
**Rješenje:** 0,274 g
10. Kalijev klorat se zagrijavanjem do 400 °C raspada na kalijev perklorat i kalijev klorid. Izračunajte masu kalijeva perklorata koja se dobije tim postupkom iz 200 g kalijeva klorata.  
**Rješenje:** 169,38 g
11. Izračunajte masu kalcijeva fosfata koji nastaje reakcijom kalcijeva klorida s 136,07 g kalijeva fosfata.  
**Rješenje:** 99,42 g
12. Izračunajte masu kalcijeva klorida koji nastaje reakcijom 3 g kalcijeva hidroksida s klorovodičnom kiselinom.  
**Rješenje:** 4,498 g
13. Izračunajte masu natrijeva nitrata koji nastaje reakcijom 12,5 g natrijeva karbonata s dušičnom kiselinom.  
**Rješenje:** 20,05 g
14. Koliko je grama bakrova(II) sulfata potrebno uzeti za reakciju s 50 g klorovodične kiseline?  
**Rješenje:** 109,5 g
15. Reakcijom kalijeva formijata s kalcijevim hidroksidom uz prisustvo kisika nastaje kalijev karbonat. Izračunajte masu kalijeva formijata potrebnog za pripravu 300 g kalijeva karbonata.  
**Rješenje:** 182,497 g
16. Kolika je masa olovova(II) acetata potrebna za reakciju s kalijevim jodidom pri čemu nastaje 140 mg olovova(II) jodida?  
**Rješenje:** 0,0988 g
17. Koliko je grama magnezijeva oksida potrebno uzeti za reakciju s octenom kiselinom pri čemu nastaje 5 g magnezijeva acetata.  
**Rješenje:** 1,411 g
18. Izračunajte masu dušične kiseline potrebne za reakciju s 500 g kalcijeva fosfata pri čemu nastaje fosforna kiselina i kalcijev nitrat.  
**Rješenje:** 608,58 g

IV. Odnosi količina tvari i masa tvari pri kemijskim reakcijama

19. Zagrijavanjem se olovov(II) nitrat raspada na olovov(II) oksid, dušikov(IV) oksid i kisik. Kolika je masa uzorka olovova(II) nitrata uzeta ako je tom reakcijom nastalo 254 mg olovova(II) oksida?  
**Rješenje:** 0,3769 g
20. Reakcijom elementarnog srebra s vodikovim sulfidom u prisustvu kisika nastaje srebrov(I) sulfid i voda. Koliko se srebra utroši za proizvodnju 5 g srebrova(I) sulfida?  
**Rješenje:** 4,288 g
21. Dušičasta kiselina se raspada na dušičnu kiselinu, dušikov(II) oksid i vodu. Izračunajte masu dušične kiseline koja nastaje raspadom 200 g dušičaste kiseline!  
**Rješenje:** 89,36 g
22. Koliko miligrama kalijeva hidrogenkarbonata nastaje reakcijom kalijeva klorida s 0,250 mg magnezijeva hidrogenkarbonata?  
**Rješenje:** 0,342 mg
23. Kolika masa kalcijeva dihidrogenfosfata nastaje reakcijom 100 kg kalcijeva fosfata sa sumpornom kiselinom?  
**Rješenje:** 75,439 kg
24. Koliko se grama kalcijeva karbonata dobije reakcijom kalcijeva hidroksida s ugljikovim(IV) oksidom dobivenim izgaranjem 0,5 g metana?  
**Rješenje:** 3,12 g

## V. Plinski zakoni

### PREGLED OSNOVNIH FORMULA

**Boyle-Mariotteov zakon:**

$$p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2$$

**Gay-Lussacov zakon:**

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

**Boyle-Mariotteov i Gay-Lussacov zakon:**

$$\frac{p_1 \times V_1}{T_1} = \frac{p_2 \times V_2}{T_2}$$

**Avogadrov zakon:**

$$n = \frac{V^\theta}{V_m^\theta}$$

$V^\theta / \text{dm}^3 = V$  pri standardnim uvjetima (*s.u.*):  $p = 101\,325 \text{ Pa}$ ;  $T = 273,15 \text{ K}$  ( $0 \text{ }^\circ\text{C}$ )

$V_m^\theta =$  molarni volumen

$$= 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

**Jednadžba stanja idealnog plina:**

$$p \times V = n \times R \times T$$

$p / \text{Pa}$        $V / \text{m}^3$        $n / \text{mol}$        $T / \text{K}$

$R =$  opća plinska konstanta  
 $= 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

**Riješeni primjeri:**

1. Neki plin pri 0 °C i tlaku od 50 kPa zauzima volumen 1,57 dm<sup>3</sup>. Koliki će volumen zauzimati ista količina plina pri istoj temperaturi i tlaku 101 325 Pa?

$$t = 0 \text{ °C}$$

$$p_1 = 50 \text{ kPa} = 50\,000 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 1,57 \text{ dm}^3$$

$$p_2 = 101\,325 \text{ Pa}$$


---

$$V_2 = ?$$

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 / : p_2$$

$$V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2} = \frac{50\,000 \text{ Pa} \cdot 1,57 \text{ dm}^3}{101\,325 \text{ Pa}} = \mathbf{7,75 \text{ dm}^3}$$

2. Neki plin pri tlaku od 2 atmosfere i temperaturi 16 °C zauzima volumen od 500 cm<sup>3</sup>. Koliki će volumen zauzimati ista količina plina pri tlaku od 4 bara i temperaturi 30 °C.

$$p_1 = 2 \text{ atm} = 2 \cdot 101\,325 = 202\,650 \text{ Pa}$$

$$t_1 = 16 \text{ °C} \quad T_1 = 273,15 + 16 = 289,15 \text{ K}$$

$$V_1 = 500 \text{ cm}^3$$

$$p_2 = 4 \text{ bara} = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$t_2 = 30 \text{ °C} \quad T_2 = 273,15 + 30 = 303,15 \text{ K}$$


---

$$V_2 = ?$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \quad / \cdot T_2$$

$$\frac{T_2 \cdot p_1 \cdot V_1}{T_1} = p_2 \cdot V_2 \quad / : p_2$$

$$V_2 = \frac{T_2 \cdot p_1 \cdot V_1}{T_1 \cdot p_2} = \frac{303,15 \text{ K} \cdot 202\,650 \text{ Pa} \cdot 500 \text{ cm}^3}{289,15 \text{ K} \cdot 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}} =$$

$$= \frac{3,07 \cdot 10^{10} \text{ K Pa cm}^3}{115\,660\,000 \text{ K Pa}} =$$

$$V_2 = \mathbf{265,433 \text{ cm}^3}$$

3. Koliki volumen zauzima 20 g amonijaka pri standardnim uvjetima?

$$m(\text{NH}_3) = 20 \text{ g}$$

*s.u.*

---

$$V^\theta(\text{NH}_3) = ?$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{20 \text{ g}}{17 \text{ g mol}^{-1}} = 1,176 \text{ mol}$$

$$V^\theta(\text{NH}_3) = n \cdot V_m^\theta = 1,176 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{26,342 \text{ dm}^3}$$

4. Izračunajte tlak u boci volumena  $50 \text{ dm}^3$  u kojoj se nalazi 2 kg butana pri  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ !

$$m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 2 \text{ kg} = 2000 \text{ g}$$

$$V = 50 \text{ dm}^3 = 0,05 \text{ m}^3$$

$$t = 20 \text{ }^\circ\text{C} \quad T = 273,15 + 20 = 293,15 \text{ K}$$

$$p = ?$$

$$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_{10})}{M(\text{C}_4\text{H}_{10})} = \frac{2000 \text{ g}}{58,12 \text{ g mol}^{-1}} = 34,41 \text{ mol}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{34,41 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}}{0,05 \text{ m}^3} = \frac{83865,74 \text{ J}}{0,05 \text{ m}^3} = 1\,677\,314,83 \text{ Pa}$$

$$p = \mathbf{1\,677,31 \text{ kPa}}$$

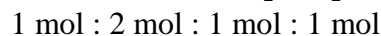
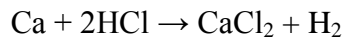
5. Izračunajte masu kalcija koji reagira s klorovodičnom kiselinom ako je u reakciji nastalo  $521 \text{ cm}^3$  vodika pri  $21 \text{ }^\circ\text{C}$  i tlaku 2 atmosfere!

$$t = 21 \text{ }^\circ\text{C} \quad T = 273,15 + 21 = 294,15 \text{ K}$$

$$V(\text{H}_2) = 521 \text{ cm}^3 = 521 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$p = 2 \text{ atm} = 2 \cdot 101\,325 = 202\,650 \text{ Pa}$$

$$m(\text{Ca}) = ?$$



$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{202\,650 \text{ Pa} \cdot 521 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 294,15 \text{ K}} = \frac{105,581 \text{ Pa m}^3}{2\,445,563 \text{ mol}^{-1}} = 0,0432 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}) = n(\text{H}_2)$$

$$m(\text{Ca}) = n(\text{Ca}) \cdot M(\text{Ca}) = 0,0432 \text{ mol} \cdot 40,078 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{1,731 \text{ g}}$$

### Zadatci za vježbu:

1. Plin u boci volumena  $10 \text{ dm}^3$  nalazi se pri tlaku 20 bara. Koliki će biti tlak ako istu količinu plina dovedemo u bocu volumena  $0,1 \text{ m}^3$ .

**Rješenje:** 2 bara

2. Neki plin se nalazi u boci volumena  $2 \text{ dm}^3$  pri tlaku od  $99\,876 \text{ Pa}$ . Koliki će biti tlak iste količine plina ako ga prebacimo u posudu volumena  $500 \text{ cm}^3$ ?  
**Rješenje:**  $399\,504 \text{ Pa}$
3. Za koliko  $^{\circ}\text{C}$  treba porasti temperatura nekog plina da njegov tlak izmjeren pri  $10^{\circ}\text{C}$  s  $99\,456 \text{ Pa}$  poraste na  $127\,851 \text{ Pa}$ .  
**Rješenje:** Za  $80,84^{\circ}\text{C}$
4. Na koju se temperaturu mora ohladiti  $500 \text{ cm}^3$  nekog plina izmjerenog pri  $22^{\circ}\text{C}$  da mu se volumen smanji na  $100 \text{ cm}^3$ ?  
**Rješenje:**  $59,03 \text{ K}$
5. Ako se neki plin nalazi na  $20^{\circ}\text{C}$  pri tlaku  $1 \text{ mbar}$ , koliki će biti tlak ako povećamo temperaturu na  $100^{\circ}\text{C}$  uz nepromijenjeni volumen.  
**Rješenje:**  $1,27 \text{ mbar}$
6. Neki se plin nalazi u posudi volumena  $1 \text{ dm}^3$  pri tlaku  $870 \text{ mmHg}$  i temperaturi  $30^{\circ}\text{C}$ . Koliki će tlak biti u posudi ako temperatura poraste za  $10^{\circ}\text{C}$ ?  
**Rješenje:**  $898,7 \text{ mmHg}$
7. Kvarcna ampula je napunjena dušikom pri  $20^{\circ}\text{C}$  i pod tlakom  $100 \text{ kPa}$ . Koliki će biti tlak u ampuli kad se ugrije na  $330^{\circ}\text{C}$ ?  
**Rješenje:**  $205,75 \text{ kPa}$
8. U cilindru s klipom neki plin zauzima maksimalni volumen  $0,5 \text{ dm}^3$  pri tlaku od  $6$  atmosfera. Koliki će tlak biti ako istu količinu plina stlačimo na  $20 \text{ cm}^3$ ?  
**Rješenje:**  $150 \text{ atm}$
9. Neki plin se nalazi u boci volumena  $5 \text{ dm}^3$  pri temperaturi  $25^{\circ}\text{C}$  i tlaku  $200 \text{ bara}$ . Koliki će tlak iste količine plina biti u boci volumena  $0,02 \text{ m}^3$  i temperaturi  $-10^{\circ}\text{C}$ ?  
**Rješenje:**  $44,3 \text{ bar}$
10. Dušik se nalazi u boci volumena  $50 \text{ dm}^3$  pri tlaku  $7$  atmosfera i temperaturi  $20^{\circ}\text{C}$ . Koliki će biti tlak iste količine plina u boci volumena  $0,1 \text{ m}^3$  i temperaturi  $25^{\circ}\text{C}$ ?  
**Rješenje:**  $3,56 \text{ atm}$
11.  $5$  litara plina se nalazi pod tlakom  $2,02 \text{ bara}$ . Temperatura plina je  $25^{\circ}\text{C}$ . Koliki će biti volumen plina ako se tlak promijeni na  $1$  atmosferu, a temperatura na  $0^{\circ}\text{C}$ ?  
**Rješenje:**  $9,14 \text{ dm}^3$
12. Koliko mola sadrži  $1 \text{ dm}^3$  bilo kojeg plina pri standardnim uvjetima?  
**Rješenje:**  $4,46 \times 10^{-2} \text{ mola}$
13. Izračunajte masu vodika koji pri *s. u.* zauzima volumen od  $500 \text{ cm}^3$ .  
**Rješenje:**  $0,045 \text{ g}$
14. Koliko molekula sadrži  $15 \text{ g}$  amonijaka i koji volumen zauzima pri standardnim uvjetima.  
**Rješenje:**  $5,3 \times 10^{23}$  molekula;  $19,73 \text{ dm}^3$



15. Koliko molekula kisika sadrži 2 dm<sup>3</sup> tog plina pri standardnim uvjetima?  
**Rješenje:**  $5,38 \times 10^{22}$  molekula
16. Izračunajte masu 5 cm<sup>3</sup> propana pri standardnim uvjetima!  
**Rješenje:**  $9,82 \cdot 10^{-3}$  g
17. Koliki volumen zauzima 5 g metana pri tlaku od 2 atmosfere i 10 °C?  
**Rješenje:** 3,62 dm<sup>3</sup>
18. Izračunajte volumen 200 g dušikova(II) oksida koji se pri 20 °C nalazi pri tlaku od 1 atm.  
**Rješenje:** 160,4 dm<sup>3</sup>
19. Izračunajte molarnu masu plina ako 78,4 g tog plina pri tlaku 150 kPa i temperaturi 22 °C zauzima volumen 40 dm<sup>3</sup>.  
**Rješenje:** 32 g mol<sup>-1</sup>
20. Koliko mola amonijaka nastaje reakcijom 12 cm<sup>3</sup> vodika s dušikom pri standardnim uvjetima?  
**Rješenje:**  $3,57 \times 10^{-4}$  mola
21. Izračunajte volumen 200 g dušikova(II) oksida pri temperaturi 20 °C i tlaku 1 atm.  
**Rješenje:** 0,16 m<sup>3</sup>
22. Na kojoj temperaturi u °C treba biti 10 g klora da zauzme volumen 2 dm<sup>3</sup> pri tlaku 1 atm.  
**Rješenje:** 172,88 K
23. Koliko molekula sadrži 2 dm<sup>3</sup> propana pri tlaku 1,5 bara i temperaturi 30 °C?  
**Rješenje:**  $7,168 \times 10^{22}$  molekula
24. Koliko molekula sadrži 850 dm<sup>3</sup> metana pri tlaku 200 bara i temperaturi 12 °C?  
**Rješenje:**  $4,318 \times 10^{27}$  molekula
25. Klorovodik nastaje reakcijom vodika s klorom. Koji volumen klorovodika nastaje iz 200 cm<sup>3</sup> vodika pri standardnim uvjetima?  
**Rješenje:** 0,4 dm<sup>3</sup>
26. 20 cm<sup>3</sup> sumporova(IV) oksida prikupljeno je iznad reakcijske posude pri tlaku 2 atmosfere i temperaturi 22 °C. Izračunajte masu prikupljenog plina.  
**Rješenje:** 0,1057 g
27. Koliki volumen zapremaju pare etanola pri 26 °C i 90 kPa ako je njihova masa 250 mg?  
**Rješenje:** 0,15 dm<sup>3</sup>
28. Nepoznati plin je doveden u posudu volumena 10 mL i mase 115 mg pri standardnim uvjetima. Nakon dovođenja plina masa posude je bila 128 mg. Izračunajte molarnu masu toga plina!  
**Rješenje:** 29,15 g mol<sup>-1</sup>

29. Elektronska cijev ima radni vakuum  $10^{-3}$  mmHg. Koliko se molekula plina nalazi u  $1 \text{ mm}^3$  prostora cijevi ako je prosječna temperatura unutrašnjosti cijevi  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ?  
**Rješenje:**  $2,04 \times 10^{10}$  molekula
30. Zagrijavanjem kalcijeva karbonata pri  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$  nastaje kalcijev oksid i ugljikov(IV) oksid. Ako je tlak u reakcijskom sustavu 3 bara, koliki volumen ugljikova(IV) oksida nastaje tom reakcijom iz 5 kg kalcijeva karbonata?  
**Rješenje:**  $1,76 \text{ m}^3$
31. Zagrijavanjem kalijeva nitrata s elementarnim kalijem bez prisustva kisika nastaje kalijev oksid i dušik. Koliko se elementarnog kalija utroši za dobivanje  $250 \text{ cm}^3$  dušika pri  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  i tlaku od 1,5 bara?  
**Rješenje:** 6,02 g
32. Termičkim raspadom amonijeva bikromata nastaje kromov(III) oksid, dušik i voda. Koliko je potrebno uzeti amonijeva bikromata da bismo dobili  $24 \text{ cm}^3$  dušika pri s.u.?  
**Rješenje:** 135,51 g
33. Barijev peroksid se dobiva zagrijavanjem elementarnog barija s kisikom pri tlaku 3 bara i temperaturi  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Koji će volumen kisika biti utrošen u toj reakciji za dobivanje 20 g barijeva peroksida?  
**Rješenje:**  $952,92 \text{ cm}^3$
34. Procesom nitrifikacije u tlu dušičasta kiselina oksidira s kisikom u nitratni ion uz izdvajanje vodikovih iona. Koliki se volumen kisika utroši za oksidaciju 100 mg dušičaste kiseline pri  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  i tlaku 10,2 bara?  
**Rješenje:**  $2,59 \text{ cm}^3$
35. Koliko molekula etena nastaje u reakciji  $2 \text{ dm}^3$  etina s vodikom pri  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  i tlaku od 1,5 atmosfere uz prisustvo nikla kao katalizatora.  
**Rješenje:**  $5,18 \times 10^{22}$  molekula
36. Reakcijom amonijaka s klorom nastaje dušik i klorovodik. Koji se volumen klora utroši za sintezu  $50 \text{ dm}^3$  dušika pri tlaku 1100 mmHg i  $36 \text{ }^\circ\text{C}$ ?  
**Rješenje:**  $0,15 \text{ m}^3$
37. Neki plin pri standardnim uvjetima zauzima volumen  $33,6 \text{ dm}^3$ . Koliki će volumen zauzimati ako mu pri istim uvjetima povećamo količinu za 10 molova?  
**Rješenje:**  $257,6 \text{ dm}^3$
38. U reakciji 5 g kalijeva permanganata s koncentriranom klorovodičnom kiselinom u suvišku nastaju plinoviti klor, kalijev klorid, manganov(II) klorid i voda. Izračunajte volumen klora pri temperaturi  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  i tlaku od 99 kPa!  
**Rješenje:**  $1,85 \text{ dm}^3$

## VI. Koncentracija otopina

### PREGLED OSNOVNIH FORMULA

**Masa otopine:**

$$m(\text{otopine}) = m(\text{otopljene tvari}) + m(\text{otapala})$$

**Gustoće otopine**

( $\rho$  / g cm<sup>-3</sup>)

$$\rho = \frac{m(\text{otopine})}{V(\text{otopine})}$$

**Maseni udio otopljene tvari:**

/ ×100 ... %

$$w(\text{otopljene tvari}) = \frac{m(\text{otopljene tvari})}{m(\text{otopine})}$$

**Volumni udio otopljene tvari:**

/ ×100 ... %

$$\varphi(\text{otopljene tvari}) = \frac{V(\text{otopljene tvari})}{V(\text{otopine})}$$

**Koncentracija otopljene tvari:**

( $c$  / mol dm<sup>-3</sup>)

$M$  = molarna otopina ( $c$  / mol dm<sup>-3</sup>)

$$c = \frac{n(\text{otopljene tvari})}{V(\text{otopine})}$$

**Masena koncentracija otopine**

( $\gamma$  / g dm<sup>-3</sup>)

$$\gamma = \frac{m(\text{otopljene tvari})}{V(\text{otopine})}$$

$$c = \frac{\gamma}{M}$$

$$\gamma = c \times M$$

**Molalitet otopljene tvari:**

$b$  / mol kg<sup>-1</sup>

$$b = \frac{n(\text{otopljene tvari})}{m(\text{otapala})}$$

## VI. Koncentracija otopina

**Razrjeđivanje otopine:**

$$c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2$$

$$\gamma_1 \times V_1 = \gamma_2 \times V_2$$

$$w_1 \times V_1 = w_2 \times V_2$$

**Miješanje otopina:**

$$c_1 \times V_1 + c_2 \times V_2 = c_3 \times V_3$$

$$\gamma_1 \times V_1 + \gamma_2 \times V_2 = \gamma_3 \times V_3$$

### Koligativna svojstva otopina

**Sníženje leđišta otopine**

$$\Delta T_f / \text{K}$$

$K_k$  = krioskopska konstanta otopala

$$K_k(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$$

$m_c$  = koligativni molalitet otopine

$$\Delta T_f = K_k \times m_c$$

$$m_c = b \times i$$

$b$  = molalitet otopljene tvari ( $\text{mol kg}^{-1}$ )

$i$  = broj čestica (iona) nastalih disocijacijom otopljene tvari

**Povišenje leđišta otopine**

$$\Delta T_b / \text{K}$$

$K_e$  = ebulioskopska konstanta

$$K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,51 \text{ K kg mol}^{-1}$$

$$\Delta T_b = K_e \times m_c$$

**Osmotski tlak**

$$\Pi / \text{atm}$$

$$\Pi = M_c \times R \times T$$

$R$  = opća plinska konstanta

$$R = 0,082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$M_c$  = koligativni molaritet /  $\text{mol dm}^{-3}$

$$M_c = c \times i$$

**Riješeni primjeri:**

1. Izračunajte koncentraciju 39 %-tne otopine natrijeva hidroksida gustoće  $\rho = 1,42 \text{ g cm}^{-3}$ .

$$w(\text{NaOH}) = 0,39$$

$$\rho(\text{otopine}) = 1,42 \text{ g cm}^{-3}$$

---


$$c(\text{NaOH}) = ?$$

$$V(\text{otopine}) = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$m(\text{otopine}) = \rho(\text{otopine}) \cdot V(\text{otopine}) = 1,42 \text{ g cm}^{-3} \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1420 \text{ g}$$

$$m(\text{NaOH}) = w(\text{NaOH}) \cdot m(\text{otopine}) = 0,39 \cdot 1420 \text{ g} = 553,8 \text{ g}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{553,8 \text{ g}}{40 \text{ g mol}^{-1}} = 13,845 \text{ mol}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n}{V} = \frac{13,845 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} =$$

$$c(\text{NaOH}) = \mathbf{13,845 \text{ mol dm}^{-3}}$$

2. Izračunajte volumni udio etanola (volumni %) u alkoholnom piću ako 100 mL tog pića sadrži 5 g etanola. Gustoća etanola je  $\rho = 0,79 \text{ g cm}^{-3}$ .

$$V(\text{pića}) = 100 \text{ mL} = 100 \text{ cm}^3$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 5 \text{ g}$$

$$\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,79 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = ?$$

$$\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{5 \text{ g}}{0,79 \text{ g cm}^{-3}} = 6,33 \text{ cm}^3$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{V(\text{otopine})} = \frac{6,33 \text{ cm}^3}{100 \text{ cm}^3} = 0,0633 \cdot 100$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \mathbf{6,33 \%}$$

3. Izračunajte množinsku koncentraciju otopine dušične kiseline masene koncentracije  $25 \text{ g dm}^{-3}$ !

$$\rho(\text{HNO}_3) = 25 \text{ g dm}^{-3}$$

$$c(\text{HNO}_3) = ?$$

VI. Koncentracija otopina

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{\gamma}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{25 \text{ g dm}^{-3}}{63 \text{ g mol}^{-1}} = \mathbf{0,3968 \text{ mol dm}^{-3}}$$

4. Izračunajte masenu koncentraciju kalijeva klorata množinske koncentracije  $1,75 \text{ mol dm}^{-3}$ !

$$\frac{c(\text{KClO}_3) = 1,75 \text{ mol dm}^{-3}}{\gamma(\text{KClO}_3) = ?}$$

$$\gamma = c \cdot M(\text{KClO}_3) = 1,75 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 122,24 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{213,92 \text{ g dm}^{-3}}$$

5. Koliko treba odvagati saharoze, a koliko vode da se pripremi 100 g otopine molalитета  $2 \text{ mol kg}^{-1}$ ?

$$m(\text{otopine}) = 100 \text{ g}$$

$$b = 2 \text{ mol kg}^{-1}$$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = ? \quad m(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

$$b = \frac{n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$\text{za } m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = b \cdot m(\text{H}_2\text{O}) = 2 \text{ mol kg}^{-1} \cdot 1 \text{ kg} = 2 \text{ mol}$$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 2 \text{ mol} \cdot 342,34 \text{ g mol}^{-1} = 684,68 \text{ g}$$

$$m(\text{otopine}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 1000 \text{ g} + 684,68 \text{ g} = 1684,68 \text{ g}$$

Ako 1684,68 g otopine sadrži 684,68 g  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , koliko g  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  sadrži 100 g otopine?

Trojno pravilo:

$$1684,68 \text{ g otopine} \quad \sim \quad \text{sadrži } 684,68 \text{ g } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$$

$$100 \text{ g otopine} \quad \sim \quad \text{sadrži } \mathbf{X} \text{ g } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$$

$$\mathbf{X} = m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{100 \text{ g} \cdot 684,68 \text{ g}}{1684,68 \text{ g}}$$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \mathbf{40,64 \text{ g}}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{otopine}) - m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 100 \text{ g} - 40,64 \text{ g} = \mathbf{59,36 \text{ g}}$$

VI. Koncentracija otopina

6. S koliko  $\text{cm}^3$  vode treba razrijediti  $2 \text{ cm}^3$  30 %-tne otopine dušične kiseline gustoće  $\rho = 1,10 \text{ g cm}^{-3}$  da bismo pripravili otopinu koncentracije  $1 \text{ mol dm}^{-3}$ ?

$$V_1 = 2 \text{ cm}^3 = 0,002 \text{ dm}^3$$

$$w_1 = 30 \% = 0,3$$

$$\rho_1 = 1,10 \text{ g cm}^{-3}$$

$$c_2 = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

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

$$m_1(\text{otopine}) = \rho_1 \cdot V_1 = 1,10 \text{ g cm}^{-3} \cdot 2 \text{ cm}^3 = 2,2 \text{ g}$$

$$m(\text{HNO}_3) = w_1(\text{HNO}_3) \cdot m_1(\text{otopine}) = 0,3 \cdot 2,2 \text{ g} = 0,66 \text{ g}$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{0,66 \text{ g}}{63,01 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0105 \text{ mol}$$

$$c_1 = \frac{n}{V} = \frac{0,0105 \text{ mol}}{0,002 \text{ dm}^3} = 5,25 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{c_1 \cdot V_1}{c_2} = \frac{5,25 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,002 \text{ dm}^3}{1 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,0105 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V_2 - V_1 = 0,0105 \text{ dm}^3 - 0,002 \text{ dm}^3 = 0,0085 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \mathbf{8,5 \text{ cm}^3}$$

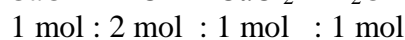
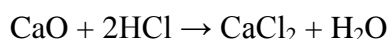
7. Koliko je potrebno  $\text{cm}^3$  20 %-tne otopine klorovodične kiseline, gustoće  $\rho = 1,098 \text{ g cm}^{-3}$ , za otapanje 7 g kalcijeva oksida?

$$w(\text{HCl}) = 0,20$$

$$\rho(\text{HCl}) = 1,098 \text{ g cm}^{-3}$$

$$m(\text{CaO}) = 7 \text{ g}$$

$$V(\text{HCl}) = ?$$



$$n(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{7 \text{ g}}{56,1 \text{ g mol}^{-1}} = 0,125 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{CaO})} = \frac{2}{1} \quad n(\text{HCl}) = 2 \cdot n(\text{CaO}) = 2 \cdot 0,125 \text{ mol} = 0,25 \text{ mol}$$

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,25 \text{ mol} \cdot 36,46 \text{ g mol}^{-1} = 9,1 \text{ g}$$

$$w(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{otopine})} \quad m(\text{otopine}) = \frac{m(\text{HCl})}{w(\text{HCl})} = \frac{9,1 \text{ g}}{0,2} = 45,49 \text{ g}$$

$$\rho(\text{otopine}) = \frac{m(\text{otopine})}{V(\text{otopine})} \quad V(\text{otopine}) = \frac{m(\text{otopine})}{\rho(\text{otopine})} = \frac{45,49 \text{ g}}{1,098 \text{ g cm}^{-3}} =$$

$$V(\text{otopine}) = \mathbf{41,43 \text{ cm}^3}$$

VI. Koncentracija otopina

8. Izračunajte osmotski tlak otopine glukoze koncentracije  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  pri  $37 \text{ °C}$ !

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$t = 37 \text{ °C} \quad T = 273,15 + 37 \text{ °C} = 310,15 \text{ K}$$

$$\Pi = ?$$

$$\Pi = M_c \cdot R \cdot T \quad i = 1 \text{ (neelektrolit)}$$

$$M_c = c \cdot i = 1 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 310,15 \text{ K} = \mathbf{25,43 \text{ atm}}$$

9. Izračunajte temperaturu leđišta  $100 \text{ g}$  otopine natrijeva klorida u kojoj je otopljeno  $10 \text{ g}$  te soli.  $K_k(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$

$$m(\text{NaCl}) = 10 \text{ g} \quad (\text{elektrolit}) \quad \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- \quad i = 2$$

$$m(\text{otopine}) = 100 \text{ g}$$

$$K_k(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$$

$$t_f = ?$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{otopine}) - m(\text{NaCl}) = 100 \text{ g} - 10 \text{ g} = 90 \text{ g} = 0,09 \text{ kg}$$

$$n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{10 \text{ g}}{58,45 \text{ g mol}^{-1}} = 0,1711 \text{ mol}$$

$$b = \frac{n(\text{NaCl})}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,1711 \text{ mol}}{0,09 \text{ kg}} = 1,9 \text{ mol kg}^{-1}$$

$$m_c = b \cdot i = 1,9 \text{ mol kg}^{-1} \cdot 2 = 3,8 \text{ mol kg}^{-1}$$

$$\Delta T_f = K_k \cdot m_c = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1} \cdot 3,8 \text{ mol kg}^{-1} = 7,07 \text{ K}$$

$$t_f = 0 \text{ °C} - 7,07 = \mathbf{-7,07 \text{ °C}}$$

10. Izračunajte razliku između vrelišta čiste vode i vrelišta otopine koja je pripravljena otapanjem  $200 \text{ g}$  saharoze u  $100 \text{ g}$  vode.  $K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,51 \text{ K kg mol}^{-1}$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 200 \text{ g} \quad i = 1 \text{ (neelektrolit)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,51 \text{ K kg mol}^{-1}$$

$$\Delta T_b = ?$$

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})} = \frac{200 \text{ g}}{342,30 \text{ g mol}^{-1}} = 0,584 \text{ mol}$$

$$b = \frac{n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,584 \text{ mol}}{0,1 \text{ kg}} = 5,84 \text{ mol kg}^{-1}$$

$$m_c = b \cdot i = 5,84 \text{ mol kg}^{-1} \cdot 1 = 5,84 \text{ mol kg}^{-1}$$

$$\Delta T_b = K_e \cdot m_c = 0,51 \text{ K kg mol}^{-1} \cdot 5,84 \text{ mol kg}^{-1} = \mathbf{2,98 \text{ K}}$$



**Zadatci za vježbu:**

1. Koju masu kalijeva nitrata treba otopiti u  $5000 \text{ cm}^3$  vode za pripremu otopine koncentracije  $2,5 \text{ mol dm}^{-3}$ .  
**Rješenje:** 1263,75 g
2. Izračunajte koncentraciju otopine kalijeva bikromata ako je 12,5 g tvari u  $500 \text{ cm}^3$  vode.  
**Rješenje:**  $0,085 \text{ mol dm}^{-3}$
3. Izračunajte volumen 15 %-tne otopine amonijeva oksalata gustoće  $\rho = 1,105 \text{ g cm}^{-3}$  u kojoj je otopljeno 16,575 g te soli.  
**Rješenje:**  $100 \text{ cm}^3$
4. 13,29 g kalijeva hidroksida nalazi se otopljeno u 50 mL vodene otopine. Gustoća te otopine je  $\rho = 1,2083 \text{ g cm}^{-3}$ . Izračunajte maseni udio kalijeva hidroksida u otopini.  
**Rješenje:** 22 %
5. Izračunajte koncentraciju otopine kalijeva permanganata dobivene otapanjem 12 g ove soli u  $500 \text{ cm}^3$  vode.  
**Rješenje:**  $0,152 \text{ mol dm}^{-3}$
6. Izračunajte masu amonijeva nitrata u otopini volumena  $0,25 \text{ dm}^3$  i koncentracije  $0,55 \text{ mol dm}^{-3}$ .  
**Rješenje:** 11 g
7. Izračunajte maseni udio saharoze u otopini masene koncentracije  $158,9 \text{ g dm}^{-3}$  i gustoće  $\rho = 1,0592 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:** 15 %
8. Uzorak vina sadrži 12,5 % volumnih udjela etanola. Gustoća etanola je  $\rho = 0,79 \text{ g cm}^{-3}$ . Izračunaj maseni udio etanola u tom uzorku vina.  
**Rješenje:** 10,14 %
9. Kolika je koncentracija otopine ako 600 g te otopine sadrži 40 g natrijeva karbonata? Gustoća otopine je  $\rho = 1,067 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $0,377 \text{ mol dm}^{-3}$
10. Izračunajte koncentraciju natrijeva oksalata ako je 9,5 g te soli otopljeno u  $500 \text{ cm}^3$  otopine.  
**Rješenje:**  $0,142 \text{ mol dm}^{-3}$
11. Izračunajte koncentraciju 10 %-tne otopine octene kiseline gustoće  $1,01245 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $1,67 \text{ mol dm}^{-3}$
12. Izračunajte koncentraciju 28 %-tne (akumulatorske) sumporne kiseline, gustoće  $\rho = 1,202 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $c = 3,43 \text{ mol dm}^{-3}$

## VI. Koncentracija otopina

13. Koliko treba odvagati natrijeva hidroksida za pripremu 1 L 10 %-tne otopine gustoće  $\rho = 1,0918 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:** 109,18 g
14. Izračunajte koncentraciju otopine fosforne kiseline masene koncentracije  $10 \text{ g dm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $0,102 \text{ mol dm}^{-3}$
15. Izračunajte koncentraciju 50 %-tne otopine etanola. Gustoća otopine iznosi  $\rho = 0,919 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $9,97 \text{ mol dm}^{-3}$
16. Izračunajte maseni udio natrijeva karbonata u otopini gustoće  $\rho = 1,067 \text{ g cm}^{-3}$  i koncentracije  $0,671 \text{ mol dm}^{-3}$ .  
**Rješenje:** 6,67 %
17. Izračunajte maseni udio natrijeva sulfita u otopini masene koncentracije  $86,01 \text{ g dm}^{-3}$  i gustoće  $\rho = 1,0751 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:** 8 %
18. Izračunajte maseni udio saharoze u otopini masene koncentracije  $158,9 \text{ g dm}^{-3}$  i gustoće  $\rho = 1,0592 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:** 15 %
19. Izračunajte masenu koncentraciju kalijeva perklorata u otopini množinske koncentracije  $0,25 \text{ mol dm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $34,64 \text{ g dm}^{-3}$
20. Masena koncentracija olovova(II) nitrata u otopini iznosi  $16 \text{ g dm}^{-3}$ . Izračunajte koncentraciju otopljene tvari izraženu u  $\text{mol dm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $0,048 \text{ mol dm}^{-3}$
21. Kojim volumenom vode treba razrijediti  $100 \text{ cm}^3$  sumporne kiseline koncentracije  $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$  radi pripreme otopine koncentracije  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ?  
**Rješenje:**  $V(\text{H}_2\text{O}) = 400 \text{ cm}^3$
22. Pomiješano je 50 L otopine uree koncentracije  $5,55 \text{ mol dm}^{-3}$  s 70 L otopine uree koncentracije  $12 \text{ mol dm}^{-3}$ . Izračunajte koncentraciju dobivene otopine.  
**Rješenje:**  $9,29 \text{ mol dm}^{-3}$
23. Pomiješano je 350 mL otopine octene kiseline koncentracije  $0,55 \text{ mol dm}^{-3}$  s 1,5 L otopine octene kiseline koncentracije  $1,2 \text{ mol dm}^{-3}$ . Izračunajte koncentraciju dobivene otopine.  
**Rješenje:**  $1,08 \text{ mol dm}^{-3}$
24. Izračunajte koncentraciju otopine klorovodične kiseline nastale miješanjem  $500 \text{ cm}^3$  otopine koncentracije  $2 \text{ mol dm}^{-3}$  i  $250 \text{ cm}^3$  otopine koncentracije  $0,55 \text{ mol dm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $1,52 \text{ mol dm}^{-3}$

## VI. Koncentracija otopina

25. Na koliki volumen treba razrijediti  $5 \text{ dm}^3$  36 %-tne otopine klorovodične kiseline kako biste dobili 10 %-tnu otopinu.  
**Rješenje:**  $18 \text{ cm}^3$
26. Koliki je volumen vode potrebno dodati u otopinu natrijeva karbonata koncentracije  $1,5 \text{ mol dm}^{-3}$  za dobivanje otopine volumena  $300 \text{ cm}^3$  koncentracije  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ?  
**Rješenje:**  $280 \text{ cm}^3$
27. Koji je volumen 90 %-tnog etanola gustoće  $\rho = 0,97 \text{ g cm}^{-3}$  je potrebno uzeti za pripremanje 500 mL otopine koncentracije  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ?  
**Rješenje:**  $2,63 \text{ cm}^3$
28. Izračunajte volumen vode koji se mora uliti u 100 mL 10 %-tne otopine sumporne kiseline gustoće  $\rho = 1,0661 \text{ g cm}^{-3}$  za pripremu otopine koncentracije  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $443,5 \text{ cm}^3$
29. Na koji volumen je potrebno razrijediti  $5 \text{ dm}^3$  36 %-tne otopine klorovodične kiseline s vodom za pripremu 10 %-tne otopine?  
**Rješenje:**  $18 \text{ dm}^3$
30. Uzorak vina sadrži 12,5 % volumnih udjela etanola. Gustoća etanola je  $\rho = 0,79 \text{ g cm}^{-3}$ . Izračunajte maseni udio etanola u tom vinu.  
**Rješenje:** 10,14 %
31. Izračunajte volumni udio etanola u nekom alkoholnom piću ako je u 500 mL tog pića prisutno 98,75 g etanola. Gustoća etanola je  $\rho = 0,79 \text{ g cm}^{-3}$   
**Rješenje:** 25 %
32. Izračunajte masu etanola u  $200 \text{ cm}^3$  vina koji sadrži 12 % volumnih udjela etanola. Gustoća etanola je  $\rho = 0,7907 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:** 18,98 g
33. 250 g otopine sadrži 31,08 g natrijeva hidrogenfosfata. Izračunajte molalitet otopine.  
**Rješenje:**  $1 \text{ mol kg}^{-1}$
34. Izračunajte molalitet 2585 g otopine koja sadrži 585 g te tvari.  
**Rješenje:**  $4,78 \text{ mol kg}^{-1}$
35. Izračunajte molalitet otopine natrijeva karbonata koncentracije  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  i gustoće  $\rho = 1,098 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $1,008 \text{ mol kg}^{-1}$
36. Masena koncentracija otopine amonijeva sulfata je  $95,37 \text{ g dm}^{-3}$ , a gustoća otopine  $\rho = 1,01 \text{ g cm}^{-3}$ . Izračunajte molalitet otopine.  
**Rješenje:**  $0,789 \text{ mol kg}^{-1}$
37. Izračunajte molalitet otopine natrijeva sulfida masene koncentracije  $10,10 \text{ g cm}^{-3}$  i gustoće  $1,0098 \text{ g cm}^{-3}$ .  
**Rješenje:**  $0,129 \text{ mol kg}^{-1}$

## VI. Koncentracija otopina

38. Masena koncentracija amonijeva sulfata je  $95,37 \text{ g dm}^{-3}$ . Gustoća otopine je  $\rho = 1,01 \text{ g cm}^{-3}$ . Izračunajte koncentraciju i molalitet otopine.  
**Rješenje:**  $c = 0,722 \text{ mol dm}^{-3}$ ;  $b = 0,789 \text{ mol kg}^{-1}$
39. 5 g uree je otopljeno u  $1 \text{ dm}^3$  vode. Gustoća vode pri  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  je  $\rho = 0,998 \text{ g cm}^{-3}$ . Izračunajte molalitet dobivene otopine.  
**Rješenje:**  $0,083 \text{ mol kg}^{-1}$
40. Koliko je mola živina(II) klorida potrebno za reakciju s  $2 \text{ cm}^3$  kalijeva jodida koncentracije  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:**  $10^{-4} \text{ mol}$
41. Izračunajte maseni udio mravlje kiseline u otopini u kojoj je otopljeno 5 g mravlje kiseline. Molalitet otopine je  $2 \text{ mol kg}^{-1}$ .  
**Rješenje:**  $8,42 \%$
42. Izračunajte masu amonijeva klorida koji nastaje reakcijom  $0,505 \text{ cm}^3$  otopine amonijeva hidroksida koncentracije  $0,255 \text{ mol dm}^{-3}$  s klorovodičnom kiselinom.  
**Rješenje:**  $6,9 \times 10^{-3} \text{ g}$
43. Koliki je volumen sumporne kiseline koncentracije  $0,25 \text{ mol dm}^{-3}$  potreban za potpunu reakciju s  $0,2 \text{ g}$  barijeva hidroksida.  
**Rješenje:**  $4,7 \text{ cm}^3$
44. Kolika je masa barijeva hidroksida potrebna za neutralizaciju  $100 \text{ cm}^3$  otopine fosforne kiseline koncentracije  $0,333 \text{ mol dm}^{-3}$ ?  
**Rješenje:**  $8,557 \text{ g}$
45. Kolika je koncentracija otopine srebrova(I) nitrata ako  $36,6 \text{ mL}$  ove otopine reagira s  $0,246 \text{ g}$  čistog natrijeva klorida?  
**Rješenje:**  $0,115 \text{ mol dm}^{-3}$
46. Izračunajte koncentraciju otopine ugljične kiseline ako je za neutralizaciju  $20 \text{ cm}^3$  te otopine potrebno  $30 \text{ cm}^3$   $4 \text{ M}$  otopine amonijeva hidroksida.  
**Rješenje:**  $3 \text{ mol dm}^{-3}$
47. Izračunajte gdje se nalazi veći volumen etanola: u  $500 \text{ mL}$  piva ( $\varphi$  (etanola) =  $4 \%$ ) ili u  $30 \text{ mL}$  votke ( $\varphi$  (etanola) =  $45 \%$ ).  
**Rješenje:** više ima u pivu ( $20 \text{ mL}$ )
48. Koliko je  $\text{mL}$   $80 \%$ -tne otopine sumporne kiseline gustoće  $\rho = 1,725 \text{ g cm}^{-3}$  potrebno dodati na  $200 \text{ mg}$  natrijeva klorida tako da sav natrijev klorid prijeđe u natrijev sulfat?  
**Rješenje:**  $0,122 \text{ mL}$
49. Koliki volumen octene kiseline koncentracije  $2 \text{ mol dm}^{-3}$  otapa  $12 \text{ g}$  kalcijeva karbonata pri čemu nastaje kalcijev acetat, ugljikov(IV) oksid i voda.  
**Rješenje:**  $7,87 \text{ cm}^3$

## VI. Koncentracija otopina

50. Reakcijom srebra s dušičnom kiselinom nastaje srebrov(I) nitrat uz dušikov(II) oksid i vodu. Kolika masa srebra reagira u toj reakciji s  $1 \text{ cm}^3$  67 %-tne dušične kiseline gustoće  $\rho = 1,4 \text{ g cm}^{-3}$ ?  
**Rješenje:** 1,208 g
51. Koliki se volumen 3 M otopine sumporne kiseline utroši za reakciju s aluminijevim hidroksidom mase 200 g?  
**Rješenje:**  $1,28 \text{ dm}^3$
52. Ako 5 g amonijeva karbonata reagira s kalcijevim kloridom, koliki je volumen klorovodične kiseline koncentracije  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$  potrebno dodati da bi se otopio nastali kalcijev karbonat?  
**Rješenje:**  $521 \text{ cm}^3$
53. Koliko mg magnezijeva acetata nastaje otapanjem magnezija pri kojemu je utrošeno 2 mL otopine octene kiseline koncentracije  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ?  
**Rješenje:** 14,239 mg
54. Na kojoj će se temperaturi zalediti otopina pripremljena otapanjem 100 g etilenglikola u 1 kg vode.  $K_K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$   
**Rješenje:**  $-3 \text{ }^\circ\text{C}$
55. Otapanjem 6 g neke tvari u  $500 \text{ cm}^3$  vode nastala je neelektrolitna otopina. Osmotski tlak te otopine iznosi 2,71 atmosfera pri  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Izračunajte molarnu masu te tvari.  
**Rješenje:**  $109,09 \text{ g mol}^{-1}$
56. Zimi se ulice posipaju solju da bi se otopio snijeg i led. U 1 kg vode pri  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  topljivo je 280 g natrijeva klorida. Koliko je sniženje ledišta te zasićene otopine?  $K_K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$   
**Rješenje:**  $\Delta T_f = 17,84 \text{ K}$
57. Koliku je masu kalcijeva klorida potrebno otopiti u 300 g vode da ledište otopine bude  $-2,4 \text{ }^\circ\text{C}$ .  $K_K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$   
**Rješenje:** 14,33 g
58. Izračunajte masu etilenglikola koji je potrebno uliti u 1 kg vode kako bi se temperatura ledišta snizila za  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Gustoća etilenglikola je  $\rho = 1,1 \text{ g cm}^{-3}$ .  $K_K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$   
**Rješenje:** 499,43 g
59. Dodatak etilenglikola u vodi (otopina antifrizna), ne samo da snižava ledište već i povisuje vrelište. Ako 750 g vode otopi 390 g etilenglikola, izračunajte koliko će biti vrelište te otopine.  $K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,51 \text{ K kg mol}^{-1}$   
**Rješenje:**  $104,3 \text{ }^\circ\text{C}$
60. Izračunajte razliku između vrelišta čiste vode i vrelišta otopine koja je pripremljena otapanjem 200 g saharoze u 100 g vode.  $K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,51 \text{ K kg mol}^{-1}$   
**Rješenje:**  $\Delta T_b = 2,98 \text{ K}$

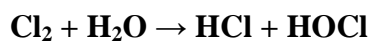
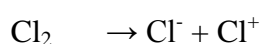
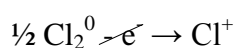
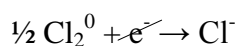
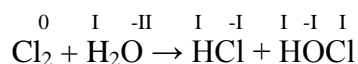
VI. Koncentracija otopina

61. Izračunajte temperaturu vrelišta otopine dobivene otapanjem 2 kg amonijeva nitrata u 5 kg vode.  $K_e = 0,51 \text{ K kg mol}^{-1}$   
**Rješenje:** 105,1 °C
62. Izračunajte osmotski tlak otopine natrijeva klorida koncentracije  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  pri 25 °C!  
**Rješenje:** 48,9 atm
63. Izračunajte osmotski tlak ako se  $500 \text{ cm}^3$  otopine koja sadrži 13,4 g amonijeva klorida, preko polupropusne membrane, dovede u kontakt s čistom vodom pri 27 °C.  
**Rješenje:** 24,6 atm
64. Izračunajte osmotski tlak ako se  $1 \text{ dm}^3$  otopine koja sadrži 25 g kalcijeva hidrogensulfata dovede u kontakt s čistom vodom, pri 25 °C preko polupropusne membrane!  
**Rješenje:** 7,85 atm

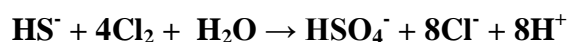
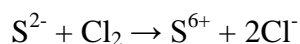
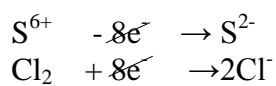
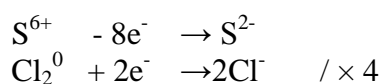
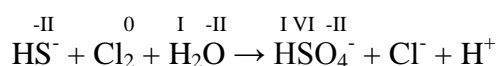
## VII. Redoks reakcije

### Riješeni primjeri:

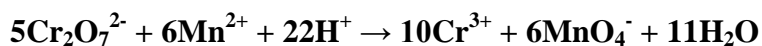
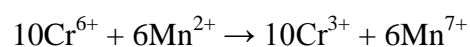
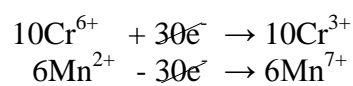
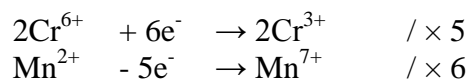
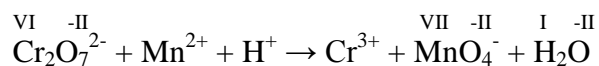
1. klor + voda → klorovodična kiselina + hipokloritna kiselina



2. hidrogensulfid + klor + voda → hidrogensulfat ion + klorid ion + vodikov ion

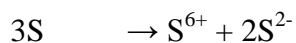
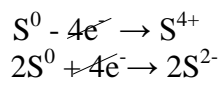
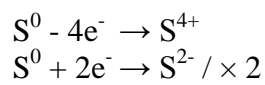
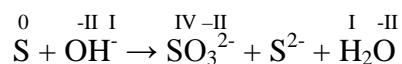


3. bikromat ion + manganov(II) ion + vodikov ion → kromov(III) ion + permanganat ion + voda

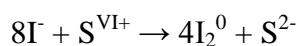
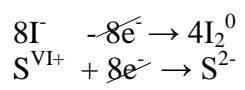
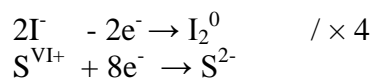
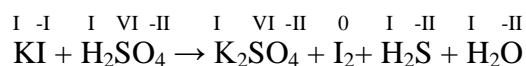


VII. Redoks reakcije

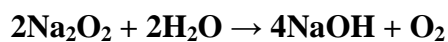
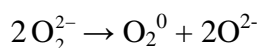
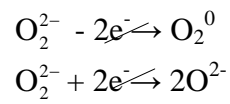
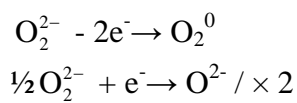
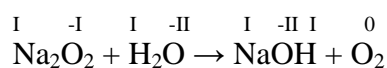
4. sumpor + hidroksid ion  $\rightarrow$  sulfit ion + sulfid ion + voda



5. kalijev jodid + sumporna kiselina  $\rightarrow$  kalijev sulfat + jod + vodikov sulfid + voda



6. natrijev peroksid + voda  $\rightarrow$  natrijev hidroksid + kisik

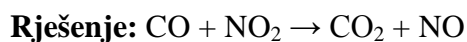




**Zadatci za vježbu:**

Riješite sljedeće redoks reakcije:

1. ugljikov(II) oksid + dušikov(IV) oksid  $\rightarrow$  ugljikov(IV) oksid + dušikov(II) oksid



2. amonijak + kisik  $\rightarrow$  dušikov(II) oksid + voda



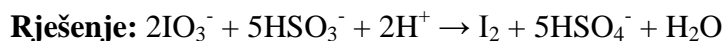
3. dušikov(II) oksid + dušikov(IV) oksid + natrijev hidroksid  $\rightarrow$  natrijev nitrit + voda



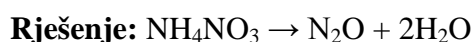
4. olovov(II) sulfid + kisik  $\rightarrow$  olovov(II) oksid + sumporov(IV) oksid



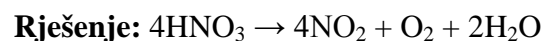
5. jodat ion + hidrogensulfit ion + vodikov ion  $\rightarrow$  jod + hidrogensulfat ion + voda



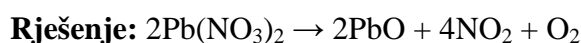
6. amonijev nitrat  $\rightarrow$  dušikov(I) oksid + voda



7. dušična kiselina  $\rightarrow$  dušikov(IV) oksid + kisik + voda



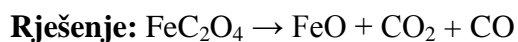
8. olovov(II) nitrat  $\rightarrow$  olovov(II) oksid + dušikov(IV) oksid + kisik



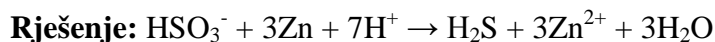
9. cink + nitrat ion + vodikov ion  $\rightarrow$  cinkov ion + dušikov(I) oksid + voda



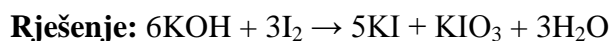
10. željezov(II) oksalat  $\rightarrow$  željezov(II) oksid + ugljikov(IV) oksid + ugljikov(II) oksid



11. hidrogensulfit ion + cink + vodikov ion  $\rightarrow$  vodikov sulfid + cinkov ion + voda

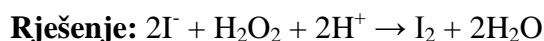


12. kalijev hidroksid + jod  $\rightarrow$  kalijev jodid + kalijev jodat + voda

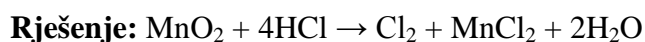


VII. Redoks reakcije

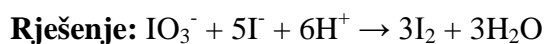
13. jodid ion + vodikov peroksid + vodikov ion  $\rightarrow$  jod + voda



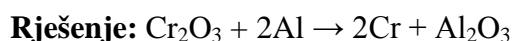
14. manganov(IV) oksid + klorovodična kiselina  $\rightarrow$  klor + manganov(II) klorid + voda



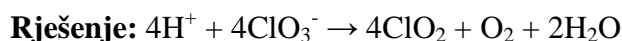
15. jodat ion + jodid ion + vodikov ion  $\rightarrow$  jod + voda



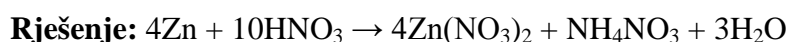
16. kromov(III) oksid + aluminij  $\rightarrow$  krom + aluminijev oksid



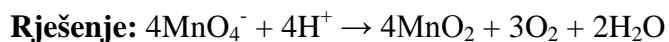
17. vodikov ion + klorat ion  $\rightarrow$  klorov(IV) oksid + kisik + voda



18. cink + dušična kiselina  $\rightarrow$  cinkov nitrat + amonijev nitrat + voda



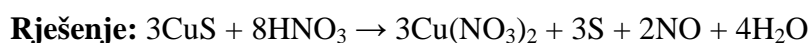
19. permanganat ion + vodikov ion  $\rightarrow$  manganov(IV) oksid + kisik + voda



20. klor + jodat ion + hidroksid ion  $\rightarrow$  klorid ion + perjodat ion + voda



21. bakrov(II) sulfid + dušična kiselina  $\rightarrow$  bakrov(II) nitrat + sumpor + dušikov(II) oksid +  
+ voda



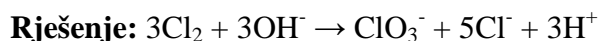
22. kalijev permanganat + oksalna kiselina + sumporna kiselina  $\rightarrow$  kalijev sulfat +  
+ manganov(II) sulfat + ugljikov(IV) oksid + voda



23. olovov(IV) oksid + oksalna kiselina  $\rightarrow$  olovov(II) oksid + ugljikov(IV) oksid + voda

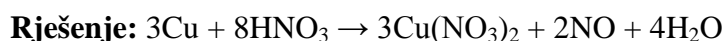


24. klor + hidroksid ion  $\rightarrow$  klorat ion + klorid ion + vodikov ion

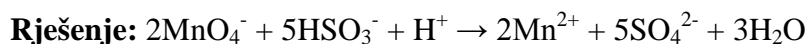


VII. Redoks reakcije

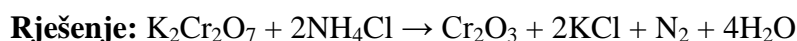
25. bakar + dušična kiselina → bakrov(II) nitrat + dušikov(II) oksid + voda



26. permanganat ion + hidrogensulfit ion + vodikov ion → manganov(II) ion + sulfat ion + voda



27. kalijev bikromat + amonijev klorid → kromov(III) oksid + kalijev klorid + dušik + voda



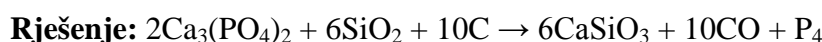
28. klor + vodikov peroksid + hidroksid ion → klorid ion + kisik + voda



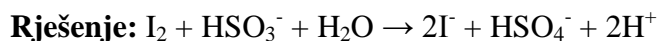
29. kalijev permanganat + sumporov(IV) oksid + voda → kalijev sulfat + manganov(II) sulfat + sumporna kiselina



30. kalcijev fosfat + silicijev(IV) oksid + ugljik → kalcijev silikat + ugljikov(II) oksid + fosfor



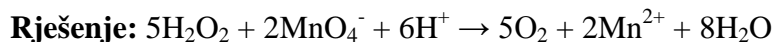
31. jod + hidrogensulfit + voda → jodid ion + hidrogensulfat ion + vodikov ion



32. aluminiij + sumporna kiselina → aluminiijev sulfat + vodik



33. vodikov peroksid + permanganat ion + vodikov ion → kisik + manganov (II) ion + voda



34. sulfid ion + nitrat ion + vodikov ion → sulfat ion + dušikov(II) oksid + voda



35. barijev sulfat + ugljik + kalcijev klorid → barijev klorid + kalcijev sulfid + ugljikov(II) oksid

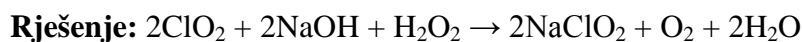


VII. Redoks reakcije

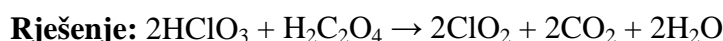
36. natrijev hidrogensulfat + aluminij + natrijev hidroksid → natrijev sulfid + aluminijev oksid + voda



37. klorov(IV) oksid + natrijev hidroksid + vodikov peroksid → natrijev klorit + kisik + voda



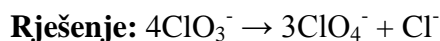
38. klorna kiselina + oksalna kiselina → klorov(IV) oksid + ugljikov(IV) oksid + voda



39. hidrogensulfid ion + permanganat ion + vodikov ion → hidrogensulfat ion + manganov(II) ion + voda



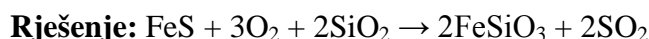
40. klorat ion → perklorat ion + klorid ion



41. kadmijev(II) sulfid + jod + klorovodična kiselina → kadmijev(II) klorid + vodikov jodid + sumpor



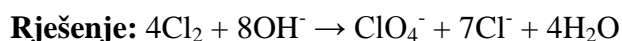
42. željezov(II) sulfid + kisik + silicijev(IV) oksid → željezov(II) silikat + sumporov(IV) oksid



43. vodikov peroksid + kalijev permanganat + sumporna kiselina → kalijev sulfat + manganov(II) sulfat + kisik + voda



44. klor + hidroksid ion → perklorat ion + klorid ion + voda



45. manganov(IV) oksid + kalijev hidroksid + kalijev klorat → kalijev manganat + kalijev klorid + voda



46. kalijev formijat + kalijev hidroksid + kisik → kalijev karbonat + voda



## VII. Redoks reakcije

47. železo + nitrat ion + vodikov ion  $\rightarrow$  železov(II) ion + amonijev ion + voda



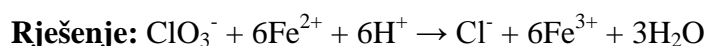
48. sumporovodik + kalijev permanganat + sumporna kiselina  $\rightarrow$  sumpor + manganov(II) sulfat + kalijev sulfat + voda



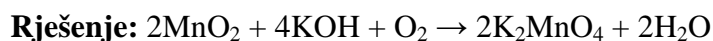
49. železov(II) sulfat + sumporna kiselina + kalijev klorat  $\rightarrow$  železov(III) sulfat + kalijev klorid + voda



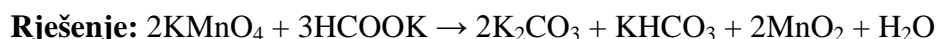
50. klorat ion + železov(II) ion + vodikov ion  $\rightarrow$  klorid ion + železov(III) ion + voda



51. manganov(IV) oksid + kalijev hidroksid + kisik  $\rightarrow$  kalijev manganat + voda



52. kalijev permanganat + kalijev formijat  $\rightarrow$  kalijev karbonat + kalijev hidrogenkarbonat + manganov(IV) oksid + voda



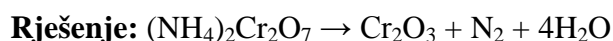
53. kalijev nitrit + kalijev jodid + sumporna kiselina  $\rightarrow$  dušikov(II) oksid + jod + kalijev sulfat + voda



54. kromov(III) oksid + natrijev karbonat + kalijev nitrat  $\rightarrow$  natrijev kromat + kalijev nitrit + ugljikov(IV) oksid



55. amonijev bikromat  $\rightarrow$  kromov(III) oksid + dušik + voda



56. kromov(III) ion + jodid ion + klor + hidroksid ion  $\rightarrow$  kromat ion + perjodat ion + klorid ion + voda



VIII. Izračunavanje pH, [H<sup>+</sup>], pOH, [OH<sup>-</sup>]

## PREGLED OSNOVNIH FORMULA

Ionski produkt vode

$$K_w = [\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

pri 25 °C

pH, pOH, pK<sub>w</sub>

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_w = 14$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog} (-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog} (-\text{pOH})$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

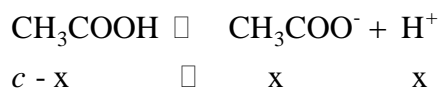
pH jakih kiselina

$$[\text{H}^+] = [\text{kiseline}]$$

pOH jakih baza

$$[\text{OH}^-] = [\text{baze}]$$

pH slabih monoprotonskih kiselina



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x \cdot x}{c - x} = 1,75 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$x^2 = (1,75 \times 10^{-5}) \cdot (c - x)$$

$$x^2 = -1,75 \times 10^{-5} x + 1,75 \times 10^{-5} \cdot c$$

$$x^2 + 1,75 \times 10^{-5} x - 1,75 \times 10^{-5} \cdot c = 0$$

kvadratna jednadžba:  $ax^2 + bx + c = 0$ , rješenje:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

pojednostavljeno:

$$K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{kiseline}]}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{[\text{kiseline}] \times K_a}$$

pH slabih baza

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{baze}]}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{[\text{baze}] \times K_b}$$

Stupanj disocijacije

$$K = \frac{\alpha^2 \times c}{1 - \alpha}$$

pojednostavljeno:

$$K = \alpha^2 \times c$$

pH puferskih otopina

puferi slabih kiselina

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{kiseline}]}{[\text{sol}]}$$

*Henderson-Hasselbalchova jednačba*

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{kiseline}]}{[\text{soli}]}$$

puferi slabih baza

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{baze}]}{[\text{sol}]}$$

*Henderson-Hasselbalchova jednačba*

$$\text{pOH} = \text{p}K_b - \log \frac{[\text{baze}]}{[\text{soli}]}$$

$$K_a \times K_b = K_w = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

**Riješeni primjeri:**

1. pOH neke otopine iznosi 9,4. Izračunajte pH, [H<sup>+</sup>], [OH<sup>-</sup>].

$$\underline{\text{pOH} = 9,4}$$

$$\text{pH, [H}^+], [\text{OH}^-] = ?$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 9,4 = \mathbf{4,6}$$

$$[\text{H}^+] = \text{anti log} (-\text{pH}) = \text{anti log} (-4,6) = \mathbf{2,51 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}{2,51 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}} = \mathbf{3,98 \cdot 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}}$$

VIII. Izračunavanje pH,  $[H^+]$ , pOH,  $[OH^-]$

2. Izračunajte pH mravlje kiseline koncentracije  $0,055 \text{ mol dm}^{-3}$ !  
 $K_a = 1,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$

$$[H^+] = \sqrt{0,055 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 1,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}} = \sqrt{9,735 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}} = 3,12 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log [H^+] = -\log (3,12 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}) = \mathbf{2,5}$$

3. Izračunajte stupanj disocijacije cianidne kiseline koncentracije  $9 \text{ mol dm}^{-3}$ !  
 $K_a = 7,9 \cdot 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$

$$K = \alpha^2 \cdot c$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{c}} = \sqrt{\frac{7,9 \cdot 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}}{9 \text{ mol dm}^{-3}}} = \sqrt{8,78 \cdot 10^{-11}} =$$

$$\alpha = \mathbf{9,4 \cdot 10^{-6}}$$

4. pH  $1 \text{ dm}^3$  otopine kalijeva hidroksida iznosi 12,9. Izračunajte masenu koncentraciju kalijeva hidroksida!

$$V = 1 \text{ dm}^3$$

$$\text{pH} = 12,9$$

$$\gamma (\text{KOH}) = ?$$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 12,9 = 1,1$$

$$[OH^-] = \text{anti log} (-\text{pOH}) = \text{anti log} (-1,1) = 0,08 \text{ mol dm}^{-3} = c(\text{KOH})$$

$$\gamma(\text{KOH}) = c(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 0,08 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 56,11 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{4,49 \text{ g dm}^{-3}}$$

5. Izračunajte koncentraciju amonijeva klorida u amonijačnom puferu čiji pH iznosi 11,5 a koncentracija amonijeva hidroksida  $1 \text{ mol dm}^{-3}$ .  $K_b = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$

$$\text{pH} = 11,5$$

$$[NH_4OH] = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_b = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[NH_4Cl] = ?$$

$$\text{pOH} = 14 - 11,5 = 2,5$$

$$[OH^-] = \text{anti log} (-\text{pOH}) = \text{anti log} (-2,5) = 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[OH^-] = K_b \cdot \frac{[NH_4OH]}{[NH_4Cl]} / \cdot [NH_4Cl]$$



VIII. Izračunavanje pH,  $[H^+]$ , pOH,  $[OH^-]$

$$[OH^-] \cdot [NH_4Cl] = K_b \cdot [NH_4OH]$$

$$[NH_4Cl] = K_b \cdot \frac{[NH_4OH]}{[OH^-]} = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \cdot \frac{1 \text{ mol dm}^{-3}}{3,16 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}} =$$

$$[NH_4Cl] = 5,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

6. Izračunajte pH puferne otopine pripremljene otapanjem 2,5 g natrijeva acetat u 500 mL otopine octene kiseline koncentracije  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ .  $K_a = 1,75 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$

$$m(\text{CH}_3\text{COONa}) = 2,5 \text{ g}$$

$$V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ dm}^3$$

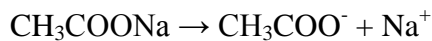
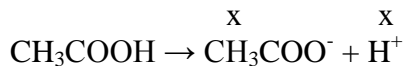
$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_a = 1,75 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

pH = ?

$$c(\text{CH}_3\text{COONa}) = \frac{n(\text{CH}_3\text{COONa})}{V} = \frac{\frac{m(\text{CH}_3\text{COONa})}{M(\text{CH}_3\text{COONa})}}{V} = \frac{\frac{2,5 \text{ g}}{82,03 \text{ g mol}^{-1}}}{0,5 \text{ dm}^3} =$$

$$= 0,061 \text{ mol dm}^{-3}$$



$$[H^+] = x$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,1 \text{ mol dm}^{-3} - x$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,061 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_a = \frac{[H^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x \cdot (0,061 + x)}{0,1 - x} = \frac{x}{0,1 - x}$$

zanemarimo:  $(+x)$  i  $(-x)$  jer je zanemarivo malo

$$1,75 \cdot 10^{-5} = \frac{0,061 \cdot x}{0,1}$$

$$0,061 \cdot x = 1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1 = 1,75 \cdot 10^{-6}$$

$$x = \frac{1,75 \cdot 10^{-6}}{0,061} = 2,87 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} = [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log [H^+] = -\log 2,87 \cdot 10^{-5} = 4,54$$

**Zadatci za vježbu:**

- Izračunajte pH otopine ako je  $[H^+]$ : a)  $8,6 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ ; b)  $2,2 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ ; c)  $1,04 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$ ; d)  $4,6 \times 10^{-11} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** a) 3,07; b) 2,66; c) 7,98; d) 10,34
- Izračunajte pOH,  $[H^+]$  i  $[OH^-]$  u otopini čiji pH iznosi 4,9.  
**Rješenje:** pOH = 9,1;  $[H^+] = 1,26 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ ;  $[OH^-] = 7,94 \times 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$
- Izračunajte koncentraciju kalijeva hidroksida u otopini čiji pH iznosi 11,5.  
**Rješenje:**  $3,16 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$
- pH otopine mravlje kiseline je 3. Izračunajte masu mravlje kiseline u  $100 \text{ cm}^3$  otopine.  
 $K_a = 1,77 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 0,026 g
- Koliko mg dušične kiseline sadrži  $1 \text{ dm}^3$  otopine čiji pH iznosi 2,5?  
**Rješenje:** 199 mg
- Izračunajte pH otopine ako je u  $200 \text{ cm}^3$  vode otopljeno 0,1 mg kalijeva hidroksida.  
**Rješenje:** 8,95
- Masena koncentracija perjodne kiseline iznosi  $2 \text{ g dm}^{-3}$ . Izračunajte pH otopine.  
 $K_a = 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 1,81
- Izračunajte pH otopine mravlje kiseline masene koncentracije  $100 \text{ mg dm}^{-3}$ .  
 $K_a = 1,77 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 3,21
- pH otopine amonijaka iznosi 8,9. Izračunajte koncentraciju otopine.  
 $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:**  $3,524 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$
- pH otopine dietilamina iznosi 11,50. Izračunajte koncentraciju dietilamina u otopini.  
 $K_b ((C_2H_5)_2NH) = 3,9 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:**  $2,56 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
- Izračunajte pH otopine uree koncentracije  $2,5 \text{ mol dm}^{-3}$ .  $K_b = 1,5 \times 10^{-14} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 7,3
- Izračunajte pH 50 g 91 %-tne otopine cianovodične kiseline gustoće  $\rho = 1,15 \text{ g cm}^{-3}$ .  
 $K_a = 4,8 \times 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 3,87
- pH etilamina iznosi 12. Izračunajte broj molekula etilamina u  $500 \text{ cm}^3$  te otopine.  
 $K_b (C_2H_5NH_2) = 4,28 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:**  $7,05 \times 10^{22}$  molekula

14. Izračunajte pH otopine amonijaka gustoće  $\rho = 0,908 \text{ g cm}^{-3}$ .  $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 12,19
15. Izračunajte pH vrijednost otopine etilamina koncentracije  $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$ .  
 $K_b (\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2) = 4,28 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 12,02
16. Izračunajte pH klorovodične kiseline ako  $50 \text{ cm}^3$  te kiseline neutralizira 200 mg magnezijeva klorida.  
**Rješenje:** 0,86
17. Izračunajte pH otopine octene kiseline koncentracije  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$ .  
 $K_a = 1,75 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 2,73
18. Acetilsalicilna kiselina (Aspirin,  $\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}$ ) je slaba monoprotonska kiselina. Izračunajte pH otopine te kiseline ako je njena koncentracija  $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ .  
 $K_a (\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}) = 3,2 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 2,4
19. Koliko mg metilamina treba uzeti za pripremu  $25 \text{ cm}^3$  otopine pH vrijednosti 12,28.  
 $K_b (\text{CH}_3\text{NH}_2) = 4,8 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 597 mg
20. Izračunajte pH otopine koja nastaje otapanjem  $0,5 \text{ dm}^3$  amonijaka pri standardnim uvjetima.  $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 10,8
21. Izračunajte pH 25,65 %-tne otopine amonijaka gustoće  $\rho = 0,908 \text{ g cm}^{-3}$ .  
 $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 12,19
22. Izračunajte koncentraciju i pH otopine octene kiseline koja je 1 % disocirana.  
 $K_a = 1,8 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:**  $c = 0,18 \text{ mol dm}^{-3}$ ; pH = 2,74
23. Izračunajte konstantu disocijacije octene kiseline ako je u otopini, čiji pH iznosi 2,66, koncentracija nedisocirane kiseline  $0,225 \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:**  $1,8 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$
24. Izračunajte pH mravlje kiseline masene koncentracije  $100 \text{ mg dm}^{-3}$ .  
 $K_a = 1,77 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 3,21
25. Izračunajte pH otopine amonijaka koji je u otopini koncentracije  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$  1,5 % disociran.  $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 11,48

VIII. Izračunavanje pH,  $[H^+]$ , pOH,  $[OH^-]$

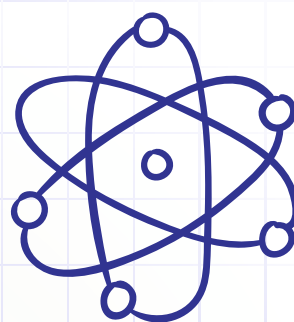
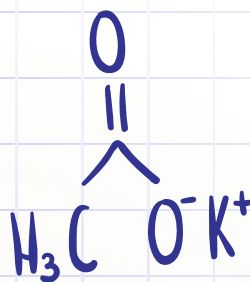
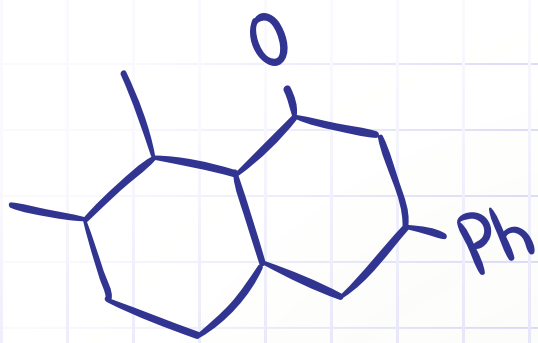
26. pH otopine piridina iznosi 8,5. Izračunajte koncentraciju piridina u otopini.  
 $K_b(C_5H_5N) = 1,3 \times 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:**  $7,7 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$
27. Izračunajte pH mravlje kiseline koja je 6,85 % disocirana u otopini.  
 $K_a = 1,77 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 2,58
28. Izračunajte pH otopine amonijaka koji je u otopini 5 % disociran.  
 $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 10,56
29. U  $2 \text{ dm}^3$  otopine nalazi se  $3,31 \times 10^{24}$  molekula amonijaka. Izračunajte pH te otopine.  
 $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 11,85
30. Izračunajte pH puferske otopine priređene dodavanjem 2 g amonijeva klorida u  $1 \text{ dm}^3$  amonijeva hidroksida koncentracije  $2 \text{ mol dm}^{-3}$ .  $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 11
31. Izračunajte pH otopine nastale miješanjem  $20 \text{ cm}^3$  0,05 M otopine natrijeva hidroksida i  $20 \text{ cm}^3$  0,1 M otopine klorovodične kiseline.  
**Rješenje:** 1,12
32. Izračunajte pH acetatnog pufera kojemu je koncentracija natrijeva acetata jednaka koncentraciji octene kiseline.  $K_a = 1,75 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 4,75
33. Izračunajte pH puferske otopine u kojoj je koncentracija natrijeva acetata  $0,02 \text{ mol dm}^{-3}$ , a octene kiseline  $0,0025 \text{ mol dm}^{-3}$ .  $K_a = 1,75 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 5,66
34. Izračunajte koncentraciju amonijeva klorida u puferskoj otopini koja sadrži  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  amonijeva hidroksida, a pH te puferske otopine iznosi 9,55.  
 $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:**  $0,504 \text{ mol dm}^{-3}$
35. Izračunajte pH puferske otopine pripremljene miješanjem  $2 \text{ dm}^3$  otopine octene kiseline koncentracije  $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$  i 10 g krutog natrijeva hidroksida.  $K_a = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 4,27
36. Koliki volumen amonijeva klorida koncentracije  $2 \text{ mol dm}^{-3}$  treba dodati u  $1 \text{ dm}^3$  otopine amonijaka koncentracije  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$  da bismo pripremili pufersku otopinu čiji pH iznosi 8,5?  $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:**  $56,6 \text{ cm}^3$
37. Koliko je grama amonijeva klorida potrebno dodati u  $100 \text{ cm}^3$  otopine amonijaka koncentracije  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  da bi otopina imala pH vrijednost 9,2?  
 $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 6,04 g

VIII. Izračunavanje pH,  $[H^+]$ , pOH,  $[OH^-]$

38. pH amonijačnog pufera je 9,6. Izračunajte koncentraciju amonijeva klorida u tom puferu ako je koncentracija amonijeva hidroksida  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$ .  $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:**  $0,09 \text{ mol dm}^{-3}$
39. Koliku je masu natrijeva acetata potrebno otopiti u  $1 \text{ dm}^3$  octene kiseline koncentracije  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$  da bismo dobili pufer čiji pH iznosi 4,5.  $K_a = 1,75 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$   
**Rješenje:** 4,54 g

## **Literatura**

1. M. Sikirica  
**Stehiometrija**  
Školska knjiga, Zagreb, 1991.
2. D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler  
**Analitička kemija**  
Školska knjiga Zagreb, 1999.
3. D. Amić,  
**Kemijsko računanje**  
interna skripta, Osijek 2003.
4. Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju,  
**Hrvatska nomenklatura anorganske kemije**  
Školska knjiga, Zagreb 1996.



**H<sub>2</sub>O**

