

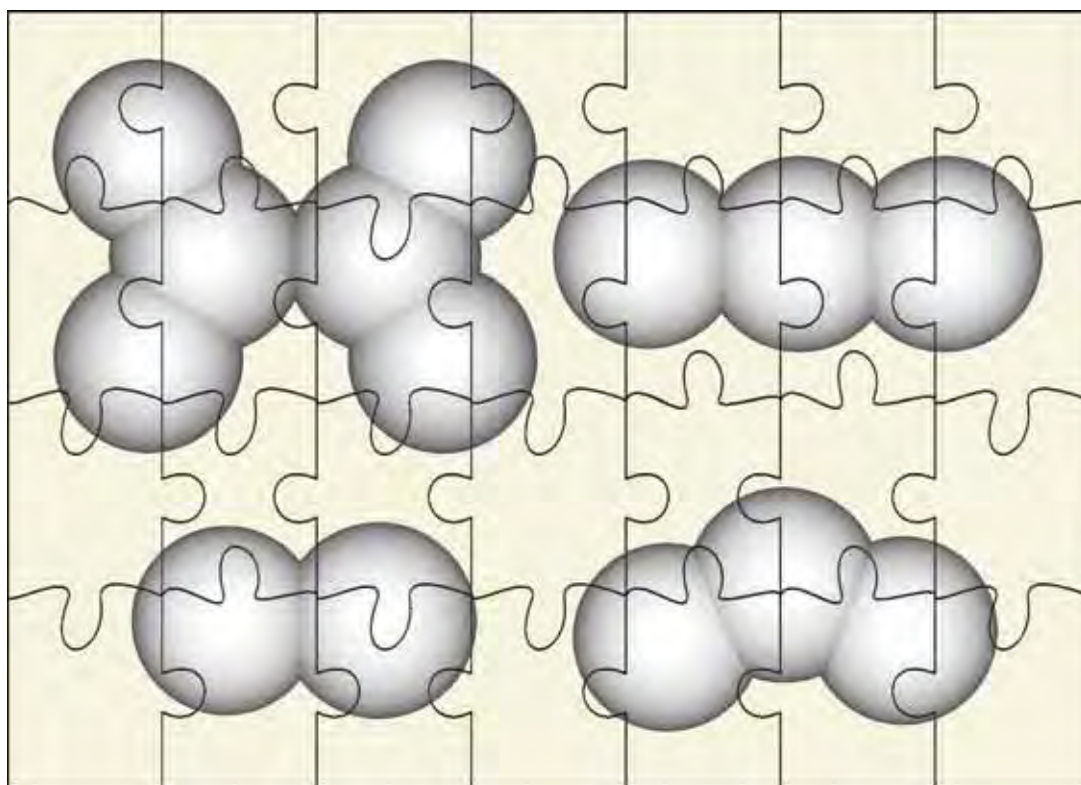
Andrej Smrdu

# KEMIJO RAZUMEM KEMIJO ZNAM

# 2

## NALOGE IZ KEMIJE

ZA 2. LETNIK GIMNAZIJE IN DRUGIH SREDNJIH ŠOL



ZALOŽNIŠTVO JUTRO

SVET KEMIJE

Andrej Smrdu

**KEMIJO RAZUMEM  
KEMIJO ZNAM  
2**

**NALOGE IZ KEMIJE**

za 2. letnik gimnazije  
in drugih srednjih šol

# SVET KEMIJE

Andrej Smrdu

## KEMIJO RAZUMEM, KEMIJO ZNAM 2

Naloge iz kemije za 2. letnik gimnazije in drugih srednjih šol

*Likovno-tehnična urednica:*

Karmen S. Žnidaršič

*Stavek in oprema:*

ONZ Jutro

*Izdalo in založilo:*

Založništvo Jutro, © Jutro d.o.o., Ljubljana

Natisnjeno v Sloveniji; naklada 10.000 izvodov

2012 2013 2014 2015 2016  
4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

© Vse pravice pridržane.

**Fotokopiranje** in vse druge vrste reproduciranja po delih ali v celoti **ni dovoljeno** brez pisnega dovoljenja založbe.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

54(075.3)(076.1)

SMRDU, Andrej

Kemijo razumem, kemijo znam 2 : naloge iz kemije za 2. letnik gimnazije in drugih srednjih šol / Andrej Smrdu. - Ljubljana : Jutro, 2012. - (Svet kemije / Jutro)

ISBN 978-961-6746-20-5  
244770304

## NAROČILA:

JUTRO d.o.o., Črnuška c. 3, p.p. 4986, 1001 Ljubljana

Tel. (01) 561-72-30, 031 521-195, 041 698-788

Faks (01) 561-72-35

E-pošta: [Jutro@siol.net](mailto:Jutro@siol.net) • [www.jutro.si](http://www.jutro.si)

# PREDGOVOR

Pred vami je zbirka nalog »*Kemijo razumem, kemijo znam 2*«. Namenjena je predvsem dijakom 2. letnika programa splošne gimnazije in je v celoti usklajena z novim učnim načrtom. Prav gotovo pa bo uporabna tudi za dijake klasične in strokovnih gimnazij ter mnogih srednjih strokovnih šol.

Zbirka nalog podpira srednješolski učbenik »*Kemija, Snov in spremenbe 2*«. Zasnovana je kot delovni zvezek – s prostorom za vpisovanje rešitev. Zaradi tega je zbirka nalog sicer obsežnejša, a hkrati dijaku omogoča boljši pregled osvojenega znanja in mu pomaga k sistematičnemu doseganju učnih ciljev.

Zbirka nalog je razdeljena na šest poglavij, ki se delijo na manjše enote. Znotraj večine enot so naloge organizirane v manjše sklope. Pred vsakim sklopom nalog je izpisan Standard znanja oz. cilj, ki ga želimo doseči z reševanjem nalog.

V skladu z novim učnim načrtom je v primerjavi s prejšnjo zbirko nalog »*Fluor ni flour*« nekoliko zmanjšan delež računskih nalog. Bistveno več je nalog polodprtega in dopolnilnega tipa. Na začetku enot so navedena osnovna teoretična znanja, pred sklopom sorodnih računskih nalog pa so demonstracijsko rešeni primeri. Seveda lahko profesor prikaže drugačen postopek reševanja posameznih nalog, če mu ta bolj ustreza oziroma lahko z njim doseže boljše znanje dijakov. Končni rezultat naloge oziroma odgovor na zastavljeno vprašanje pa je seveda enak.

Zbirka nalog »*Kemijo razumem, kemijo znam 2*« vsebuje nad 500 raznovrstnih nalog. Mnoge naloge so urejene v preglednice oz. imajo več podvprašanj ali primerov, zato je število vseh zastavljenih vprašanj bistveno večje. Na ta način je omogočeno utrjevanje osvojenega znanja, obenem pa se tudi učinkovito izkorišča dragoceni prostor. Na koncu knjige so tudi rešitve vseh nalog.

Naloge si načrtno sledijo od lažjih k težjim in so tako primerne za širok krog gimnazijcev in dijakov srednjih strokovnih šol. Z zvezdico so označene zahtevnejše naloge, pa tudi naloge, ki sicer niso težke, a so v skladu z učnim načrtom za gimnazijo uvrščene med t. i. »posebna znanja«. Nekatero zahtevnejšo nalogo, ki presega raven »splošnega znanja«, so opredeljene kot »dodatna znanja«. Od posameznega učitelja je odvisno, katere naloge bo priporočil dijakom in katerim se bo izognil.

»*Kemijo razumem, kemijo znam 2*« je zbirka nalog, ki nima namena zgolj preverjati znanja, temveč ga skuša predvsem graditi.

Popestritev kemije pomeni predvsem zanimive naloge, naloge iz vsakdanjega življenja, naloge, ki pritegnejo k reševanju. Kar nekaj nalog poskuša dijakom širiti obzorja s podajanjem določenih zanimivosti. Poleg tega je bil cilj sestaviti zbirko nalog, ki bo dovolj obsežna za slehernega, še tako pridnega in vestnega dijaka. S tem namenom ni nalog s kombinacijo trditev, ki so prostorsko zelo potratne.

Naj ob koncu predgovora zastavim prvo (še neoštevilčeno) vprašanje, ki si ga zastavi marsikateri dijak, ko naleti na probleme pri kemiji: »Kdaj bom znal kemijo?«

Odgovor je presenetljivo preprost: »Ko jo bom razumel.«

Kemijo bomo znali, ko jo bomo razumeli. Razumevanje (in s tem tudi znanje) pa ne pride samo od sebe. Zelo težko ga je doseči zgolj s prebiranjem razlage v učbeniku. Dobimo pa ga z reševanjem problemov.

Staro pedagoško načelo pravi »kar naredim, znam«. Znanje je sposobnost reševanja problemov. Začnimo reševati probleme, da bomo razumeli in znali kemijo.

Andrej Smrdu

## Literatura:

A dictionary of chemistry, 3. izd.; Oxford University Press, 1996.

A dictionary of scientists; Oxford University Press, 1999.

Brady, J. E.; Russel, J. W.; Holum, J. R.: Chemistry: Matter and Its Changes, 3. izd.;  
John Wiley & Sons, Inc., New York, 2000.

Čeh, B.: Splošna in anorganska kemija, Zbirka pojmov, vprašanj in nalog z odgovori in rešitvami;  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana, 2005.

Ebbing, D. D.; Gammon, S. D.: General Chemistry, 8. izd.; Houghton Mifflin Company,  
New York, 2005.

Grlič, L.: Mali kemijski leksikon; Naprijed, Zagreb, 1988.

Jones, L.; Atkins, P.W.: Chemistry: Molecules, Matter, and Change, 4. izd.;  
W. H. Freeman and Company, New York, 1999.

Lazarini, B.; Brenčič, J.: Splošna in anorganska kemija (visokošolski učbenik);  
DZS, Ljubljana, 1989.

Moore, J. W.; Stanitski, C. L.; Jurs, P. C.: Chemistry, The Molecular Science;  
Harcourt College Publishers, 2002.

Olmsted III, J.; Williams, G. M.: Chemistry, 3. izd; John Wiley & Sons, Inc., New York, 2001.

Rayner-Canham G.; Overton T.: Descriptive Inorganic Chemistry, 3. izd.;  
W. H. Freeman and & Co., New York, 2002.

Schröter, W.; Lautenschläger, K. H., Bibrack, H; Schnabel, H.: Kemija, splošni priročnik (slovenski prevod);  
Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1993.

The Merck index, 13. izd.; Merck & Co., Inc., Rahway, 2001.

[www.talum.si](http://www.talum.si)

[www.webelements.com](http://www.webelements.com)

[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

# VSEBINA

<b>1. RAZTOPINE. . . . .</b>	<b>7</b>	4.5 Izračun pH . . . . .	94
1.1 Masni delež in topnost . . . . .	8	4.6 Nevtralizacija . . . . .	97
1.2 Množinska in masna koncentracija. . . . .	15	4.7 Hidroliza soli . . . . .	103
1.3 Priprava raztopin . . . . .	23	4.8 Ionske reakcije v vodnih raztopinah . . . . .	106
1.4 Hidratacija. . . . .	26		
<b>2. Potek kemijskih reakcij: HITROST KEMIJSKIH REAKCIJ . . . . .</b>	<b>27</b>	<b>5. Potek kemijskih reakcij: REAKCIJE OKSIDACIJE IN REDUKCIJE . . . . .</b>	<b>111</b>
2.1 Ugotavljanje hitrosti kemijskih reakcij . . . . .	28	5.1 Oksidacija in redukcija. . . . .	112
2.2 Vplivi na hitrost kemijske reakcije . . . . .	37	5.2 Urejanje enačb redoks reakcij . . . . .	116
		5.3 Galvanski člen. . . . .	122
		5.4 Redoks vrsta. . . . .	129
		5.5 Elektroliza . . . . .	135
<b>3. Potek kemijskih reakcij: KEMIJSKO RAVNOTEŽJE. . . . .</b>	<b>45</b>	<b>6. LASTNOSTI ELEMENTOV IN SPOJIN . . . . .</b>	<b>143</b>
3.1 Ravnotežne reakcije . . . . .	46	6.1 Področja elementov v periodnem sistemu . . . . .	144
3.2 Izračun konstante ravnotežja . . . . .	50	6.2 Prehodni elementi in koordinacijske spojine . . . . .	145
3.3 Vplivi na kemijsko ravnotežje . . . . .	60	6.3 Nekatere pomembne kovine. . . . .	149
		6.4 Nekatere pomembne anorganske spojine . . . . .	150
<b>4. Potek kemijskih reakcij: RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH . . . . .</b>	<b>69</b>	<b>7. REŠITVE NALOG. . . . .</b>	<b>152</b>
4.1 Imenovanje kislin, baz in soli . . . . .	70		
4.2 Protolitske reakcije . . . . .	79		
4.3 Avtoprotoliza vode . . . . .	87		
4.4 Ugotavljanje pH. . . . .	90		

### Pomembnejše enačbe

<b>MNOŽINA SNOVI:</b>	
$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = c \cdot V = \frac{w \cdot \rho \cdot V}{M} = \frac{\gamma \cdot V}{M}$	
<b>MASNI DELEŽ TOPLJENCA:</b>	$w(\text{topljenec}) = \frac{m(\text{topljenec})}{m(\text{raztopina})}$
<b>TOPNOST:</b>	$\text{topnost} = \frac{100 \cdot w}{1 - w}$
<b>MNOŽINSKA KONCENTRACIJA:</b>	$c(\text{topljenec}) = \frac{n(\text{topljenec})}{V(\text{raztopina})}$
<b>MASNA KONCENTRACIJA:</b>	$\gamma(\text{topljenec}) = \frac{m(\text{topljenec})}{V(\text{raztopina})}$
<b>RAZTOPINE:</b>	$c(\text{topljenec}) = \frac{w(\text{topljenec}) \cdot \rho(\text{raztopina})}{M(\text{topljenec})} = \frac{\gamma(\text{topljenec})}{M(\text{topljenec})}$
<b>HITROST REAKCIJE:</b>	$v(R) = -\frac{\Delta[R]}{\Delta t} \quad \text{oz.} \quad v(P) = \frac{\Delta[P]}{\Delta t}$
<b>KONSTANTA RAVNOTEŽJA:</b>	$K_c = \frac{[\text{PRODUKTI}]}{[\text{REAKTANTI}]}$
<b>IONSKI PRODUKT VODE:</b>	$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$
<b>pH, pOH:</b>	$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ $\text{pH} + \text{pOH} = 14$
<b>KONCENTRACIJA H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> IONOV:</b>	$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \quad [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$
<b>ELEKTRENINA:</b>	$Q = I \cdot t = n \cdot z \cdot F$

### Osnovne veličine in enote

VELIČINA	SIMBOL	ENOTA	KRATICA
Masa	<i>m</i>	kilogram	kg
Dolžina	<i>l</i>	meter	m
Čas	<i>t</i>	sekunda	s
Temperatura	<i>T</i>	kelvin	K
Množina snovi	<i>n</i>	mol	mol
Električni tok	<i>I</i>	amper	A
Svetilnost	<i>I<sub>v</sub></i>	kandela	cd

### Pretvarjanje enot za temperaturo

Kelvinova temperaturna lestvica:  $T [\text{K}] = T [^{\circ}\text{C}] + 273,15$

Fahrenheitova temperaturna lestvica:  $T [^{\circ}\text{F}] = \frac{9}{5} \cdot T [^{\circ}\text{C}] + 32$

### Predpone za desetiške mnogokratnike

Simbol	Ime	Vrednost
Y	jota	10 <sup>24</sup>
Z	zeta	10 <sup>21</sup>
E	eksa	10 <sup>18</sup>
P	peta	10 <sup>15</sup>
T	tera	10 <sup>12</sup>
G	giga	10 <sup>9</sup>
M	mega	10 <sup>6</sup>
k	kilo	10 <sup>3</sup>
h	hekto	10 <sup>2</sup>
da	deka	10 <sup>1</sup>
d	deci	10 <sup>-1</sup>
c	centi	10 <sup>-2</sup>
m	mili	10 <sup>-3</sup>
μ	mikro	10 <sup>-6</sup>
n	nano	10 <sup>-9</sup>
p	piko	10 <sup>-12</sup>
f	femto	10 <sup>-15</sup>
a	ato	10 <sup>-18</sup>
z	zepto	10 <sup>-21</sup>
y	jokto	10 <sup>-24</sup>

### Konstante

Avogadrova konstanta:
$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Splošna plinska konstanta:
$R = 8,31 \text{ kPa L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Faradayeva konstanta:
$F = 96500 \text{ A s mol}^{-1}$

1.

# RAZTOPINE

## VSEBINA

- 1.1 – MASNI DELEŽ IN TOPNOST
- 1.2 – MNOŽINSKA IN MASNA KONCENTRACIJA
- 1.3 – PRIPRAVA RAZTOPIN
- 1.4 – HIDRATACIJA



## 1.1 Masni delež in topnost

Raztopina je homogena zmes topljenca in topila. Topljenec je snov, ki se raztaplja v topilu (običajno voda). Količino raztopljenega topljenca in s tem sestavo raztopine izražamo z različnimi veličinami.

Enačba:

$$w(\text{topljenec}) = \frac{m(\text{topljenec})}{m(\text{raztopina})} = \frac{m(\text{topljenec})}{m(\text{topljenec}) + m(\text{topilo})}$$

$$m(\text{raztopina}) = m(\text{topljenec}) + m(\text{topilo})$$

Veličina [enota]:

$w$  – masni delež [%]

$m$  – masa [g]

**Standard znanja:** Poznam pojme »topljenec«, »topilo«, »raztopina«. Znam izračunati sestavo raztopine s pomočjo enačbe za izračun masnega deleža topljenca v raztopini.

1 Dopolnite besedilo.

V 250 g vode raztopimo 50 g kuhinjske soli (NaCl). V tem primeru je topljenec \_\_\_\_\_, topilo je \_\_\_\_\_, raztopina pa \_\_\_\_\_. Masa nastale raztopine je \_\_\_\_\_ g.

2 Namesto masnega deleža pogosto navajamo masni odstotek topljenca v raztopini. Kako pretvorimo masni delež v masni odstotek? Koliko »odstotna« je raztopina, v kateri je masni delež topljenca 0,15?

Odgovor: \_\_\_\_\_

3 Koliko gramov topljenca in koliko gramov topila je v 200 g raztopine, ki vsebuje 8,0 % natrijevega klorida?

$m(\text{raztopina}) = 200 \text{ g}$  ← Izpišemo podatek za maso raztopine.

$w(\text{NaCl}) = 0,080$  ← Masni odstotek pretvorimo v masni delež (delimo s 100).

a)  $m(\text{topljenec}) = ?$  ← Izračunali bomo maso topljenca.

b)  $m(\text{topilo}) = ?$  ← Izračunali bomo maso topila.

a)  $w(\text{topljenec}) = \frac{m(\text{topljenec})}{m(\text{raztopina})}$  Uporabimo enačbo, ki povezuje masni delež z maso topljenca in maso raztopine.

$$m(\text{topljenec}) = w(\text{topljenec}) \cdot m(\text{raztopina}) = 0,080 \cdot 200 \text{ g} = \underline{16 \text{ g}}$$

Iz enačbe izrazimo iskano veličino (maso topljenca), vstavimo podatke in izračunamo.

b)  $m(\text{raztopina}) = m(\text{topljenec}) + m(\text{topilo})$  Uporabimo enačbo, ki povezuje maso topljenca, maso topila in maso raztopine.

$$m(\text{topilo}) = m(\text{raztopina}) - m(\text{topljenec}) = 200 \text{ g} - 16 \text{ g} = \underline{184 \text{ g}}$$

Iz enačbe izrazimo iskano veličino (maso topila). Vstavimo podatke in izračunamo.

**Odgovor:** V tej raztopini je 16 g topljenca in 184 g topila.

4 18 g natrijevega klorida raztopimo v 170 g vode. Izračunajte maso raztopine in masni delež NaCl v raztopini.

$m(\text{raztopina}) =$  \_\_\_\_\_  $w(\text{NaCl}) =$  \_\_\_\_\_

## 1.1 Masni delež in topnost

- 5 Kolikšno maso 8,00 % raztopine sladkorja lahko dobimo, če 120 g sladkorja ustrezno razredčimo z vodo? Koliko vode moramo dodati?

$$m(\text{raztopina}) = \text{_____} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = \text{_____}$$

- 6 Koliko gramov sladkorja in koliko gramov vode potrebujete za pripravo 500 g 6,0 % raztopine sladkorja?

$$m(\text{sladkor}) = \text{_____} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = \text{_____}$$

- 7 Kolikšno maso vode morate doliti k 11,8 g natrijevega hidroksida, da bi dobili 12,7 % raztopino NaOH? Kolikšna je masa nastale raztopine?

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \text{_____} \quad m(\text{raztopina}) = \text{_____}$$

- 8 Koliko gramov soli morate raztopiti v 230 g vode, da bi dobili 8,00 % raztopino te soli? Kolikšna je masa nastale raztopine?

$$m(\text{sol}) = \text{_____} \quad m(\text{raztopina}) = \text{_____}$$

- 9 Dopolnite preglednico z manjkajočimi podatki za navedenih dvanajst raztopin.

Oznaka raztopine	Masa topljenca	Masa topila	Masa raztopine	Masni delež topljenca
A	20 g	80 g		
B	12 g	63 g		
C	10 g		50 g	
Č	20 g		80 g	
D		60 g	100 g	
E		45 g	60 g	
F	30 g			0,20
G	11 g			0,22
H			40 g	0,30
I			20 g	0,40
J		37 g		0,26
K		16 g		0,36

- \*10 Zmešamo 0,250 mol kuhinjske soli (NaCl) in 20,0 mol vode. Izračunajte maso raztopine in masni delež kuhinjske soli v tako pripravljene raztopini.

$$m(\text{raztopina}) = \text{_____} \quad w(\text{NaCl}) = \text{_____}$$



## 1.1 Masni delež in topnost

- 17 Topnost kalijevega bromida je 70,7 g KBr/100 g vode pri 30 °C. Kolikšen je masni delež kalijevega bromida v nasičeni vodni raztopini pri 30 °C?

$$T = 30 \text{ °C}$$

← Podatka za temperaturo ne potrebujemo.

$$\text{topnost} = 70,7 \text{ g KBr}/100 \text{ g H}_2\text{O} \quad \leftarrow \text{Izpišemo podatek za topnost kalijevega bromida.}$$

$$w(\text{KBr}) = ?$$

← Izračunali bomo masni delež KBr v nasičeni raztopini.

$$w(\text{topljenec}) = \frac{m(\text{topljenec})}{m(\text{topljenec}) + m(\text{topilo})} = \frac{70,7 \text{ g}}{70,7 \text{ g} + 100 \text{ g}} = \underline{\underline{0,414}}$$

Za izračun masnega deleža iz topnosti zgolj uporabimo vrednost 70,7 g kot maso topljenca in 100 g kot maso topila v osnovni enačbi za izračun masnega deleža.

**Odgovor:** Masni delež kalijevega bromida v nasičeni vodni raztopini pri 30 °C je 0,414.

- 18 Pri 20 °C vsebuje nasičena vodna raztopina 25,5 % kalijevega klorida. Izračunajte topnost kalijevega klorida pri tej temperaturi v »g KCl /100 g vode«.

$$\text{topnost KCl} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 19 Pri 20 °C vsebuje nasičena vodna raztopina 59,0 % kalijevega jodida. Izračunajte topnost kalijevega jodida pri tej temperaturi v »g KI /100 g vode«.

$$\text{topnost KI} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 20 Kalijev fluorid je zelo strupena spojina. Topnost kalijevega fluorida v vodi pri 18 °C je 92,3 g KF na 100 g vode. Izračunajte masni delež kalijevega fluorida v nasičeni vodni raztopini pri 18 °C.

$$w(\text{KF}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 21 Sečnina ( $\text{H}_2\text{NCONH}_2$ ) je spojina, ki jo najdemo tudi v urinu. Topnost sečnine v vodi pri 20 °C je 108 g sečnine na 100 g vode. Izračunajte masni delež sečnine v nasičeni vodni raztopini pri 20 °C.

$$w(\text{sečnina}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 22 Dopolnite preglednico z ustreznimi vrednostmi za pet nasičenih vodnih raztopin kalijevega dikromata(VI) ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) pri različnih temperaturah.

T [°C]	a) 0	b) 20	c) 40	č) 60	d) 80
$w(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$	0,0430	0,117			
topnost [g/100 g H <sub>2</sub> O]			26,4	45,6	
$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$ [g]		10,0		20,0	33,6
$m(\text{raztopina})$ [g]	20,00		50,0		80,0
$m(\text{H}_2\text{O})$ [g]					

- 23 Pri 30 °C se v 80,0 g vode raztopi 28,9 g natrijevega klorida. Izračunajte masni delež natrijevega klorida v nasičeni raztopini in njegovo topnost v »g NaCl/100 g vode« pri 30 °C.

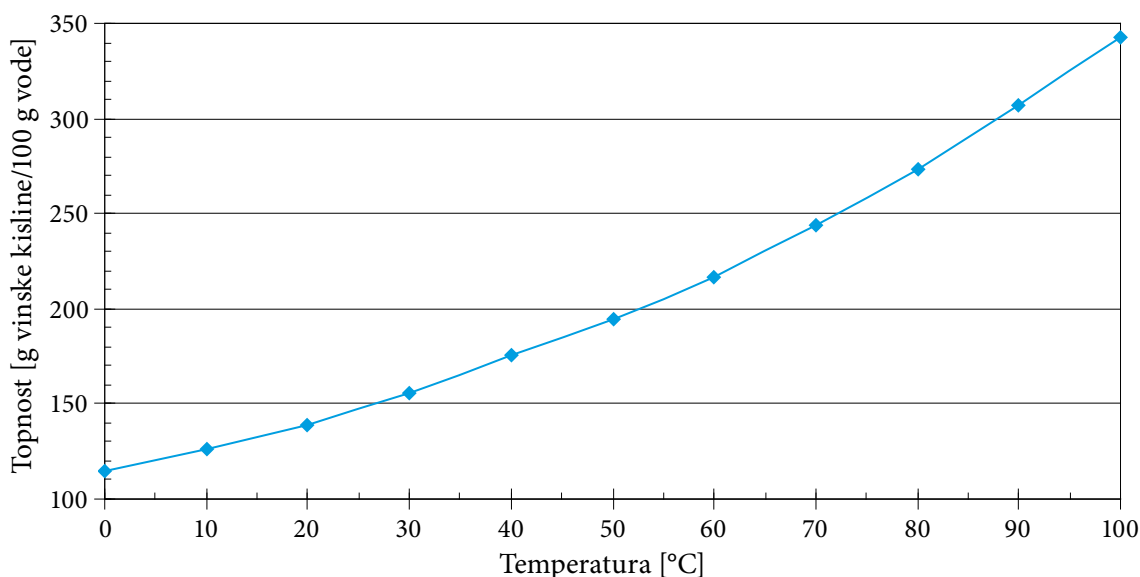
$$w(\text{NaCl}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{topnost} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g NaCl/100 g vode}$$

- 24 Pri 20 °C se v 60,0 g vode raztopi 54,5 g natrijevega bromida. Izračunajte masni delež natrijevega bromida v nasičeni raztopini in njegovo topnost v »g NaBr/100 g vode« pri 20 °C.

$$w(\text{NaBr}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{topnost} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g NaBr/100 g vode}$$

**Standard znanja: Znam uporabiti krivuljo topnosti za izračun sestave raztopine.**

- 25 Vinska kislina je brezbarvna trdna snov, ki se dobro raztaplja v vodi. Najdemo jo v grozdju, višnjah, regratu itn. Prikazana je krivulja topnosti vinske kisline v vodi.



- a) Kaj predstavlja krivulja topnosti? Kako se spreminja topnost vinske kisline v vodi s temperaturo?

Odgovor: \_\_\_\_\_

- b) Iz diagrama odčitajte topnosti in izračunajte masne deleže vinske kisline v nasičenih raztopinah pri posameznih temperaturah. Za temperaturo 0 °C je odčitek že vnešen v preglednico.

Temperatura [°C]	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Topnost [g v. k. /100 g vode]	115								
Masni delež vinske kisline	0,535								

- c) Pripraviti želimo 250 g nasičene raztopine vinske kisline pri 20 °C. Koliko gramov vinske kisline in koliko gramov vode potrebujemo?

$$m(\text{vinska kislina}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

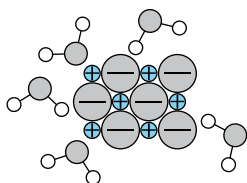
## 1.4 Hidratacija

Pri raztapljanju pride do prekinitve vezi med delci topljenca v trdni snovi, nastanejo pa nove vezi med delci topljenca in delci topila. Hidratacija je eksotermen proces, pri katerem molekule vode obdajo delce topljenca v vodnih raztopinah. Med molekulami vode in delci topljenca (ioni, molekulami, atomi) nastane šibek privlak – šibke molekulske vezi. Pri nastanku teh vezi se sprošča energija - hidratacijska energija. Energija, ki se sprosti pri hidrataciji, se porabi za prekinitve vezi med delci v kristalu. V primerih, ko topilo ni voda, uporabljamo izraza solvatacija in solvatacijska energija.

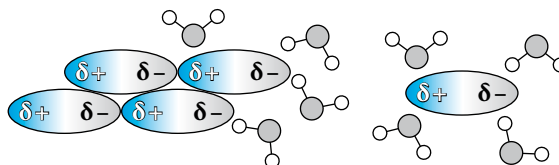
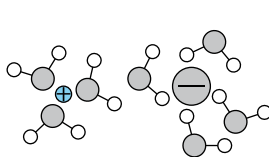
**Standard znanja: Poznam procese pri raztapljanju ionskih in molekulskih kristalov.**

- 1 Spodnji slike predstavljata raztapljanje dveh vrst kristalov v vodi. Na zgornji črti napišite vrsti obeh kristalov, na spodnji črti pa opredelitev nastalih delcev.

a) Raztapljanje \_\_\_\_\_ b) Raztapljanje \_\_\_\_\_



Nastali delci: \_\_\_\_\_



Nastali delci: \_\_\_\_\_

- 2 Pojasnite izraza »hidratirani ion« in »hidratirana molekula«.

**Hidratirani ion je** \_\_\_\_\_

**Hidratirana molekula je** \_\_\_\_\_

- 3 V sliki raztapljanja ionskega kristala so molekule vode usmerjene tako, da so vodikovi atomi (manjše kroglice) molekul  $H_2O$  obrnjene k negativnim ionom, kisikovi atomi (večje kroglice) molekul  $H_2O$  pa k pozitivnim ionom. Pojasnite to usmeritev.

Odgovor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- 4 Opišite usmeritev (orientacijo) molekul vode okoli polarne molekule pri raztapljanju molekulskega kristala.

Odgovor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- 5 Zakaj voda ni dobro topilo za nepolarne topljenca?

Odgovor: \_\_\_\_\_

- 6 Pri raztapljanju nekega topljenca v vodi se je zmes ohladila. Opredelite raztapljanje kot eksotermen ali endotermen proces.

Odgovor: \_\_\_\_\_



2.

# Potek kemijskih reakcij: HITROST KEMIJSKIH REAKCIJ

## VSEBINA

- 2.1 – UGOTAVLJANJE HITROSTI KEMIJSKIH REAKCIJ
- 2.2 – VPLIVI NA HITROST KEMIJSKE REAKCIJE

## 2.1 Ugotavljanje hitrosti kemijskih reakcij

Kemijska kinetika se ukvarja s proučevanjem hitrosti kemijske reakcije in vplivov na hitrost. Proučuje tudi način (mehanizem), po katerem se reaktanti pretvorijo v produkte. Pri kemijski reakciji se s časom zmanjšujejo koncentracije reaktantov (reaktanti se porabljajo) in povečujejo koncentracije produktov (produkti nastajajo). Hitrost kemijske reakcije običajno izražamo s spremembo množinske koncentracije snovi (reaktantov oz. produktov) v časovni enoti. Običajno uporabljamo enoto mol/(L s) (zapisano drugače: mol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>).

$$v = -\frac{\Delta[\text{reaktant}]}{\Delta t} \text{ oz. } v = \frac{\Delta[\text{produkt}]}{\Delta t}$$

$v$  – hitrost kemijske reakcije [mol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>]  
 $\Delta[\text{snov}]$  – sprememba množinske koncentracije določene snovi [mol/L]  
 $\Delta t$  – časovni interval [s]

Formula snovi v oglatem oklepaju predstavlja množinsko koncentracijo te snovi ( $c$ ). V enačbi za hitrost reakcije glede na spremembo koncentracije reaktantov je negativni predznak, ker se koncentracije reaktantov tekom reakcije zmanjšujejo.

**Standard znanja: Znam napisati urejeno enačbo kemijske reakcije in enačbo hitrosti kemijske reakcije (posebna znanja).**

- \*1** Napišite urejeno enačbo reakcije razpada didušikovega tetraoksida na dušikov dioksid z navedenimi agregatnimi stanji in obe enačbi hitrosti reakcije. Obe snovi sta v plinastem agregatnem stanju.

Enačba kemijske reakcije:	Enačba hitrosti reakcije glede na N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (reaktant):	Enačba hitrosti reakcije glede na NO <sub>2</sub> (produkt):
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (g) → 2NO <sub>2</sub> (g)	$v(\text{N}_2\text{O}_4) = -\frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_4]}{\Delta t}$	$v(\text{NO}_2) = \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t}$

- \*2** Napišite urejene enačbe reakcij z navedenimi agregatnimi stanji (vse snovi so plinaste) in enačbe hitrosti za vse snovi, ki sodelujejo v teh reakcijah.

a) Žveplov dioksid se spaja s kisikom v žveplov trioksid: \_\_\_\_\_

Enačbe hitrosti reakcije: \_\_\_\_\_

b) Dušikov dioksid razpade na kisik in dušikov oksid: \_\_\_\_\_

Enačbe hitrosti reakcije: \_\_\_\_\_

c) Didušikov pentaoksid razpade na kisik in dušikov dioksid: \_\_\_\_\_

Enačbe hitrosti reakcije: \_\_\_\_\_

č) Didušikov oksid razpade na elementa: \_\_\_\_\_

Enačbe hitrosti reakcije: \_\_\_\_\_

d) Vodikov jodid razpade na elementa: \_\_\_\_\_

Enačbe hitrosti reakcije: \_\_\_\_\_



## 3.1 Ravnotežne reakcije

16 Didušikov tetraoksid in dušikov dioksid sta v ravnotežju v skladu z enačbo  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ . Pri 298 K ima konstanta ravnotežja vrednost  $K_c = 0,0059$ , pri 600 K pa vrednost  $4,6 \cdot 10^2$ .

- a) Katera snov (napišite formulo) prevladuje v ravnotežju pri 298 K in katera pri 600 K?

Odgovor: \_\_\_\_\_

- b) Kako se spremeni vrednost konstante ravnotežja  $K_c$ , če iz posode odvezamemo polovico snovi in počakamo, da se pri stalni (konstantni) temperaturi vzpostavi ravnotežje? Odgovor utemeljite.

Odgovor: \_\_\_\_\_

**Standard znanja: Znam pretvoriti konstanto ravnotežja  $K_c$  za primerljivo enačbo ravnotežne reakcije.**

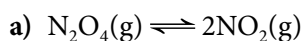
17 Konstanta ravnotežja  $K_c$  je vezana na zapisano enačbo ravnotežne reakcije. Kako se spremeni vrednost konstante ravnotežja, če:

- a) enačbo napišemo v nasprotni smeri? \_\_\_\_\_

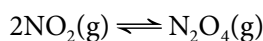
- b) uporabimo polovične koeficiente? \_\_\_\_\_

- c) uporabimo dvakratne koeficiente? \_\_\_\_\_

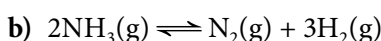
18 V parih so napisane enačbe ravnotežnih reakcij v nasprotnih smereh. Dopišite izraze za konstante ravnotežja  $K_c$  in izračunajte njihove vrednosti. Glejte primer.



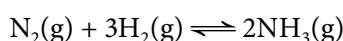
$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 0,025$$



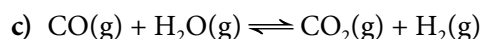
$$K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{1}{0,025} = 40$$



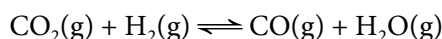
$$K_c = \text{_____} = 20$$



$$K_c = \text{_____} = \text{_____} = \text{_____}$$

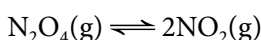


$$K_c = \text{_____} = 4,0$$

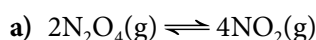


$$K_c = \text{_____} = \text{_____} = \text{_____}$$

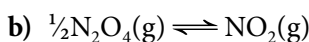
19 Napisane so enačbe ravnotežnih reakcij. Dopišite izraze za konstante ravnotežja  $K_c$  in izračunajte njihove vrednosti. *Enačbe reakcij praviloma urejamo tako, da so stehiometrični koeficienti najmanjše možne cele številk. Namen naloge je pokazati pomen zapisa ustrezne enačbe kemijske reakcije.*



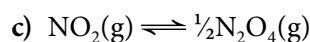
$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 2,0$$



$$K_c = \text{_____} = \text{_____}$$



$$K_c = \text{_____} = \text{_____}$$



$$K_c = \text{_____} = \text{_____}$$

## 3.2 Izračun konstante ravnotežja

Iz ravnotežnih koncentracij (z vrednostmi v enotah mol/L) lahko izračunamo konstanto ravnotežja  $K_c$ . Ravnotežne koncentracije lahko izračunamo iz ravnotežnih množin ali ravnotežnih mas in prostornine; enačba  $c = n/V$  oz.  $c = m/(M \cdot V)$ . Konstanta ravnotežja  $K_c$  po dogovoru nima enote. Pogosto navajamo tudi temperaturo, ker ta vpliva na vrednost konstante ravnotežja.

**Standard znanja:** Znam izračunati konstanto ravnotežja  $K_c$  iz ravnotežnih koncentracij.

- 1 Pri 25 °C je ravnotežna koncentracija  $N_2O_4$  0,0220 mol/L,  $NO_2$  pa 0,0114 mol/L. Izračunajte konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ .

$$T = 25 \text{ °C}$$

$$[N_2O_4] = 0,0220 \text{ mol/L}$$

$$[NO_2] = 0,0114 \text{ mol/L}$$

$$K_c = ?$$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{0,0114^2}{0,0220} = \underline{\underline{0,00591}}$$

Napišemo izraz za konstanto ravnotežja.

Podatka za temperaturo ne potrebujemo. Izpišemo ravnotežni koncentraciji snovi. Za zapis ravnotežne koncentracije uporabljamo oglati oklepaj (namesto simbola »c«), znotraj katerega napišemo formulo snovi.

← Izračunali bomo konstanto ravnotežja.

Vstavimo podatke in izračunamo. Konstanta ravnotežja po dogovoru nima enote, zato tudi ob množinskih koncentracijah v računu ni potrebno pisati enot »mol/L«.

- 2 Pri 1500 °C smo v reakcijski posodi ugotovili naslednje ravnotežne koncentracije snovi:  $[CH_4] = 0,300$  mol/L,  $[H_2O] = 0,150$  mol/L,  $[CO] = 0,400$  mol/L,  $[H_2] = 0,860$  mol/L. Izračunajte konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$ . Imenujte oba reaktanta.

$$K_c = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Imeni reaktantov: } \underline{\hspace{2cm}}$$

- 3 Pri 25 °C smo v reakcijski posodi ugotovili naslednje ravnotežne koncentracije snovi:  $[NO] = 0,23$  mol/L,  $[Cl_2] = 0,10$  mol/L,  $[NOCl] = 0,36$  mol/L. Izračunajte konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$ . Imenujte oba produkta.

$$K_c = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Imeni produktov: } \underline{\hspace{2cm}}$$

- 4 Pri 500 K smo v reakcijski posodi ugotovili naslednje ravnotežne koncentracije snovi:  $[CO] = 0,300$  mol/L,  $[H_2] = 0,150$  mol/L,  $[CH_3OH] = 0,400$  mol/L. Izračunajte konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ . Imenujte oba reaktanta.

$$K_c = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Imeni reaktantov: } \underline{\hspace{2cm}}$$

Dušikove spojine uporabljamo predvsem za proizvodnjo umetnih gnojil in razstreliv. Na začetku 20. stoletja je poljedelstvo že potrebovalo velike količine umetnih gnojil, poleg tega se je vojaška industrija pripravljala na vojno. Povpraševanje po dušikovih spojinah (v obliki nitratov, ki so jih pretežno pridobivali v Čilu), je tako močno presegalo ponudbo. Nemški kemik Fritz Haber (1868–1934, Nobelova nagrada za kemijo 1918) je odkril način proizvodnje amonijaka iz dušika in vodika. Le dobro leto pred začetkom prve svetovne vojne je nemški kemik Carl Bosch (1874–1940, Nobelova nagrada za kemijo 1931) razvil industrijski postopek ter tako omogočil masovno proizvodnjo dušikovih spojin.

- 5 Dušik in vodik se v ravnotežni reakciji spajata v amonijak po enačbi:  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ . Pri 400 K smo v posodi izmerili naslednje ravnotežne koncentracije:  $c(N_2) = 0,409$  mol/L,  $c(H_2) = 0,0240$  mol/L,  $c(NH_3) = 0,500$  mol/L. Izračunajte konstanto ravnotežja  $K_c$ .

$$K_c = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 3.2 Izračun konstante ravnotežja

- 6 Navedene so ravnotežne koncentracije snovi. Izračunajte konstante ravnotežja  $K_c$  pri različnih temperaturah.

a) Enačba reakcije:  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

	$T$ [K]	$K_c$	$c_r(\text{PCl}_5)$ [mol/L]	$c_r(\text{PCl}_3)$ [mol/L]	$c_r(\text{Cl}_2)$ [mol/L]
A	400		0,250	0,0150	0,183
B	500		0,100	0,250	0,244
C	1033		0,00350	0,550	0,212

b) Enačba reakcije:  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$

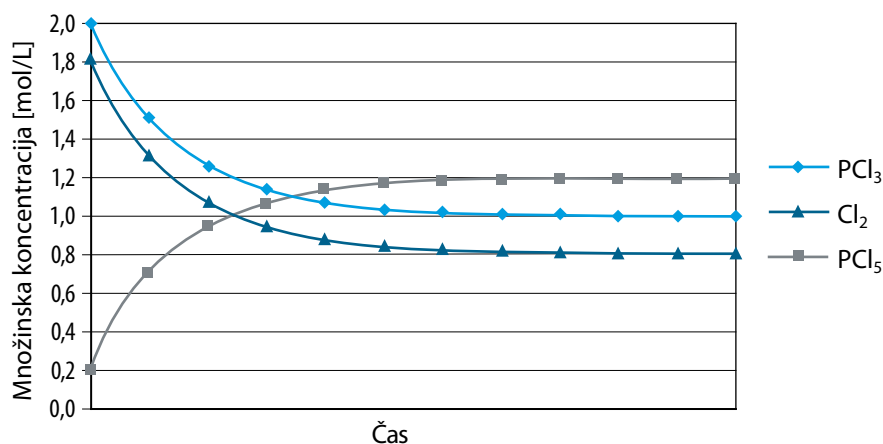
	$T$ [K]	$K_c$	$c_r(\text{N}_2\text{O}_4)$ [mol/L]	$c_r(\text{NO}_2)$ [mol/L]
A	298		0,245	0,038
B	400		0,0350	0,229
C	500		0,0085	0,625

- 7 Izvedli smo serijo treh poskusov, s katerimi smo želeli določiti vrednost konstante ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$  pri temperaturi 2000 °C. Izračunajte posamezne vrednosti in povprečno vrednost konstante ravnotežja  $K_c$ .

Poskus	$c_r(\text{CO})$ [mol/L]	$c_r(\text{O}_2)$ [mol/L]	$c_r(\text{CO}_2)$ [mol/L]	$K_c$
a)	0,0150	0,00970	0,00120	
b)	0,0250	0,0119	0,00220	
c)	0,0300	0,0130	0,00280	

č) Povprečna vrednost  $K_c$ : \_\_\_\_\_

- 8 Diagram prikazuje spreminjanje koncentracij  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{Cl}_2$  in  $\text{PCl}_5$  pri vzpostavljanju ravnotežja. Izpišite začetne ( $c_z$ ) in ravnotežne ( $c_r$ ) koncentracije vseh snovi ter izračunajte konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$ .

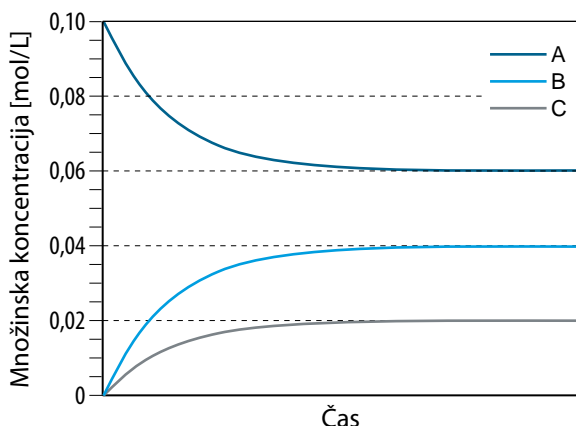


$c_z(\text{PCl}_3) =$  \_\_\_\_\_       $c_z(\text{Cl}_2) =$  \_\_\_\_\_       $c_z(\text{PCl}_5) =$  \_\_\_\_\_

$c_r(\text{PCl}_3) =$  \_\_\_\_\_       $c_r(\text{Cl}_2) =$  \_\_\_\_\_       $c_r(\text{PCl}_5) =$  \_\_\_\_\_

$K_c =$  \_\_\_\_\_

- 9 Diagram prikazuje spreminjanje koncentracij snovi pri vzpostavljanju homogenega ravnotežja razpada snovi A na snovi B in C.



- a) Iz oblike (strmine) krivulj sklepajte na množinsko razmerje med snovmi, napišite urejeno enačbo ravnotežne reakcije in jo pojasnite.

Odgovor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- b) Kako lahko iz diagrama razberemo, kdaj se vzpostavi ravnotežje?

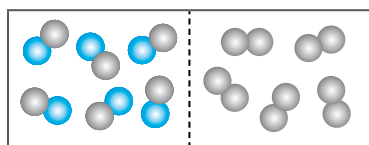
Odgovor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

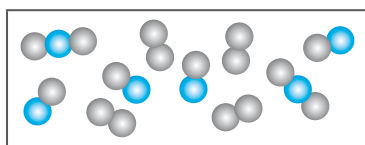
- c) Iz diagrama odberite ravnotežne koncentracije vseh snovi in izračunajte konstanto ravnotežja  $K_c$ .

[A] = \_\_\_\_\_ [B] = \_\_\_\_\_ [C] = \_\_\_\_\_  $K_c$  = \_\_\_\_\_

- 10 Imamo dve posodi (Slika A), ki ju ločuje pregrada. V levi posodi s prostornino 125 mL se nahaja ogljikov oksid, v desni posodi s prostornino 125 mL pa kisik. Vsak model molekule simbolizira množino 0,0200 mol. Ko odstranimo pregrado, plina reagirata in nastane ogljikov dioksid.



Slika A



Slika B



Slika C

- a) Napišite urejeno enačbo reakcije nastanka ogljikovega dioksida z navedenimi agregatnimi stanji in izraz za konstanto ravnotežja.

$K_c$  =

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_

- b) Iz Slike A izračunajte začetni koncentraciji ogljikovega oksida in kisika prvi hip po odstranitvi pregrade. Pazite na celotno prostornino posode.

$c(\text{CO})$  = \_\_\_\_\_  $c(\text{O}_2)$  = \_\_\_\_\_

- c) Pri določenih pogojih smo v ravnotežju dobili stanje, ki ga prikazuje Slika B. Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo nastanka ogljikovega dioksida.

$[\text{CO}_2]$  = \_\_\_\_\_  $[\text{CO}]$  = \_\_\_\_\_  $[\text{O}_2]$  = \_\_\_\_\_  $K_c$  = \_\_\_\_\_

- \*č) Temperaturo reakcijske zmesi spremenimo, vzpostavi se novo ravnotežje. Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in vrednost konstante ravnotežja  $K_c$ , če se v ravnotežju nahaja 0,0600 mol kisika. Prikažite ravnotežno stanje v posodi (v Sliko C vrišite modele molekul).

$[\text{CO}_2]$  = \_\_\_\_\_  $[\text{CO}]$  = \_\_\_\_\_  $[\text{O}_2]$  = \_\_\_\_\_  $K_c$  = \_\_\_\_\_

## 3.2 Izračun konstante ravnotežja

**Standard znanja:** Znam uporabiti konstanto ravnotežja  $K_c$  za izračun ravnotežnih koncentracij snovi.

- 11** Pri 440 °C ima za reakcijo  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  konstanta ravnotežja vrednost  $K_c = 49,5$ . Izračunajte ravnotežno koncentracijo vodikovega jodida, če je ravnotežna koncentracija vodika 0,0180 mol/L, ravnotežna koncentracija joda pa 0,0100 mol/L.

$$[\text{HI}] = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 12** Pri 1000 °C ima za reakcijo  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$  konstanta ravnotežja vrednost  $K_c = 0,047$ . Izračunajte ravnotežno koncentracijo metana, če je ravnotežna koncentracija vodne pare 0,0100 mol/L, ravnotežna koncentracija ogljikovega oksida 0,0400 mol/L, ravnotežna koncentracija vodika pa 0,0550 mol/L.

$$[\text{CH}_4] = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 13** Izračunajte manjkajoče vrednosti ravnotežnih koncentracij v preglednicah.

- a) Pri 440 °C ima konstanta ravnotežja za reakcijo  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  vrednost  $K_c = 49,5$ .

Poskus	$c_r(\text{H}_2)$ [mol/L]	$c_r(\text{I}_2)$ [mol/L]	$c_r(\text{HI})$ [mol/L]
A	0,100	0,150	
B		0,0850	0,550
C	0,120		0,750

- b) Pri 1000 K ima konstanta ravnotežja za reakcijo  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$  vrednost  $K_c = 0,0413$ .

Poskus	$c_r(\text{SO}_2)$ [mol/L]	$c_r(\text{O}_2)$ [mol/L]	$c_r(\text{SO}_3)$ [mol/L]
A	0,350		0,0150
B		0,0550	0,0250
C	0,250	0,0450	

- c) Pri 500 °C ima konstanta ravnotežja za reakcijo  $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  vrednost  $K_c = 0,0600$ .

Poskus	$c_r(\text{H}_2)$ [mol/L]	$c_r(\text{N}_2)$ [mol/L]	$c_r(\text{NH}_3)$ [mol/L]
A	0,300		0,0200
B	0,380	0,150	
C		0,100	0,0100

- 14** Pri določenih pogojih ima konstanta ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  vrednost 40. Koncentraciji obeh snovi v ravnotežju sta enaki. Izračunajte koncentraciji snovi.

$$[\text{NO}_2] = [\text{N}_2\text{O}_4] = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 15** Pri določenih pogojih ima konstanta ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$  vrednost 33,3. Ravnotežni koncentraciji  $\text{PCl}_3$  in  $\text{PCl}_5$  sta enaki. Izračunajte ravnotežno koncentracijo klora.

$$[\text{Cl}_2] = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 16 Pri določenih pogojih ima konstanta ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  vrednost 20. Koncentracije vseh snovi v ravnotežju so enake. Izračunajte koncentracije snovi.

$$[\text{NH}_3] = [\text{H}_2] = [\text{N}_2] = \underline{\hspace{2cm}}$$

**Standard znanja:** Znam iz ravnotežnih množin ali mas in prostornine izračunati konstanto ravnotežja oz. uporabiti konstanto ravnotežja za izračun ravnotežnih množin ali mas (dodatna znanja).

- \*17 Pri določenih pogojih ima konstanta ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$  vrednost 2,2. Sistem ima v ravnotežju v 2,0-litrski posodi 0,36 mol  $\text{PCl}_5$  in 0,20 mol  $\text{PCl}_3$ . Kolikšna je ravnotežna koncentracija klora?

$$K_c = 2,2$$

$$V = 2,0 \text{ L}$$

$$n_r(\text{PCl}_5) = 0,36 \text{ mol}$$

$$n_r(\text{PCl}_3) = 0,20 \text{ mol}$$

$$c_r(\text{Cl}_2) = [\text{Cl}_2] = ?$$

Izpišemo konstanto ravnotežja, prostornino posode in ravnotežni množini snovi. Indeks »r« predstavlja ravnotežno količino snovi.

← Izračunali bomo ravnotežno koncentracijo klora.

$$[\text{PCl}_5] = c_r(\text{PCl}_5) = \frac{n_r(\text{PCl}_5)}{V} = \frac{0,36 \text{ mol}}{2,0 \text{ L}} = \underline{0,18 \text{ mol/L}}$$

$$[\text{PCl}_3] = c_r(\text{PCl}_3) = \frac{n_r(\text{PCl}_3)}{V} = \frac{0,20 \text{ mol}}{2,0 \text{ L}} = \underline{0,10 \text{ mol/L}}$$

Iz podatkov za ravnotežne množine snovi izračunamo ravnotežne koncentracije snovi ( $c = n/V$ ). Oglati oklepaji predstavljajo ravnotežno koncentracijo ( $[ ] = c_r$ ).

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_5]}{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]} \implies [\text{Cl}_2] = \frac{[\text{PCl}_5]}{[\text{PCl}_3] \cdot K_c} = \frac{0,18}{0,10 \cdot 2,2} = \underline{\underline{0,82 \text{ mol/L}}}$$

Napišemo izraz za konstanto ravnotežja  $K_c$ .

Iz izraza za konstanto ravnotežja izrazimo ravnotežno koncentracijo klora.

Vstavimo podatke in izračunamo. Konstanta ravnotežja po dogovoru nima enote, izračunani koncentraciji pa dopišemo enoto mol/L.

- \*18 Pri določenih pogojih smo v posodi s prostornino 250 mL izmerili naslednji ravnotežni množini:  $n(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,200 \text{ mol}$ ,  $n(\text{NO}_2) = 0,400 \text{ mol}$ . Izračunajte ravnotežni koncentraciji obeh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ .

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \underline{\hspace{2cm}}$$

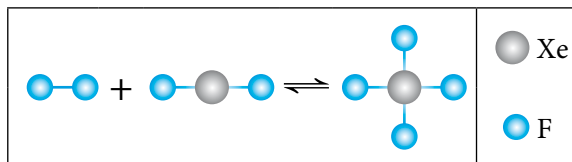
$$[\text{NO}_2] = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$K_c = \underline{\hspace{2cm}}$$

- \*19 Prikazana je enačba reakcije fluora s ksenonovim difluoridom. Pri 400 °C ima konstanta ravnotežja  $K_c$  vrednost 4,86.

Napišite običajno enačbo kemijske reakcije z navedenimi agregatnimi stanji (vse snovi so plini) in

izračunajte ravnotežno koncentracijo fluora, če je v posodi s prostornino 500 mL v ravnotežju 0,100 mol ksenonovega difluorida in 0,250 mol ksenonovega tetrafluorida.



Enačba reakcije:  $\underline{\hspace{2cm}}$   $[\text{F}_2] = \underline{\hspace{2cm}}$

- \*20 Pri temperaturi 500 K ima konstanta ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  vrednost  $3,6 \cdot 10^{-2}$ . V 2,50-litrski posodi smo izmerili naslednje ravnotežne množine:  $n(\text{H}_2) = 3,55 \text{ mol}$ ,  $n(\text{N}_2) = 6,50 \text{ mol}$ . Izračunajte ravnotežno koncentracijo in ravnotežno množino amonijaka.

$$[\text{NH}_3] = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$n_r(\text{NH}_3) = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 3.2 Izračun konstante ravnotežja

- \*21 Dopolnite preglednico z ravnotežnimi množinami oz. konstanto ravnotežja za ravnotežno reakcijo  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ . Prostornina posode je 750 mL.

Poskus	$K_c$	$n_r(\text{N}_2\text{O}_4)$ [mol]	$n_r(\text{NO}_2)$ [mol]
A	0,375		0,150
B	0,375	0,0750	
C	0,375	0,0850	
Č		0,0900	0,250
D		0,0446	0,112

Ali sta poskusa Č in D izvedena pri enaki temperaturi kot ostali trije poskusi? Odgovor utemeljite.

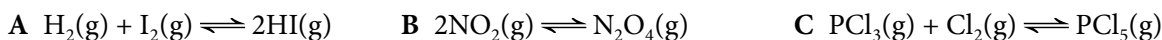
Odgovor: \_\_\_\_\_

- \*22 Pri določenih pogojih ima konstanta ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$  vrednost 20. Ravnotežne koncentracije vseh snovi so enake. Izračunajte ravnotežne koncentracije in ravnotežne množine snovi, če je prostornina posode 500 mL.

$$[\text{PCl}_5] = [\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$n_r(\text{PCl}_5) = n_r(\text{PCl}_3) = n_r(\text{Cl}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- \*23 Napisane so tri enačbe ravnotežnih reakcij. V katerem primeru za izračun konstante ravnotežja  $K_c$  iz ravnotežnih mas ali množin ne potrebujemo podatka za prostornino? Odgovor utemeljite.



Odgovor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- \*24 Pri 1200 °C je v posodi neznane prostornine v ravnotežju 7,9 g dušika, 7,8 g kisika in 0,025 g dušikovega(II) oksida. Izpišite molske mase snovi in izračunajte vrednost konstante ravnotežja  $K_c$  za navedeni reakciji.

$$M(\text{N}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \quad M(\text{O}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \quad M(\text{NO}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

a)  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$   $K_c = \underline{\hspace{2cm}}$       b)  $2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$   $K_c = \underline{\hspace{2cm}}$

- \*25 Konstanta ravnotežja  $K_c$  za ravnotežno reakcijo  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$  ima pri določenih pogojih vrednost 0,10. Dopolnite preglednico z ravnotežnimi masami snovi.

Poskus	$m_r(\text{H}_2)$ [g]	$m_r(\text{CO}_2)$ [g]	$m_r(\text{H}_2\text{O})$ [g]	$m_r(\text{CO})$ [g]
A	0,20	0,40	0,30	
B	0,25	0,30		0,35
C	0,15		0,20	0,10
Č		0,25	0,15	0,20

**Standard znanja:** Znam iz začetnih in ravnotežnih koncentracij, množin ali mas izračunati konstanto ravnotežja  $K_c$  (posebna znanja).

**\*26** V posodo s prostornino 4,00 L smo dali 6,00 mol vodika in 3,16 mol dušika ter segreli na 500 °C. Po vzpostavitvi ravnotežja je bilo v posodi 0,976 mol amonijaka. Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ .

$T = 500\text{ °C}$  ← Podatka za temperaturo ne potrebujemo, naveden je le zaradi odvisnosti konstante od temperature.  
 $V = 4,00\text{ L}$  ← Izpišemo podatek za prostornino posode.  
 $n_z(\text{H}_2) = 6,00\text{ mol}$   
 $n_z(\text{N}_2) = 3,16\text{ mol}$  ← Izpišemo podatke za začetne in ravnotežne množine snovi. Indeks »z« predstavlja začetno količino snovi, indeks »r« pa ravnotežno količino snovi.  
 $n_r(\text{NH}_3) = 0,976\text{ mol}$   
 $c_r(\text{H}_2) = ?$   
 $c_r(\text{N}_2) = ?$  ← Izračunali bomo ravnotežne koncentracije vseh snovi.  
 $c_r(\text{NH}_3) = ?$   
 $K_c = ?$  ← Izračunali bomo konstanto ravnotežja.

$$c_z(\text{H}_2) = \frac{n_z(\text{H}_2)}{V} = \frac{6,00\text{ mol}}{4,00\text{ L}} = 1,50\text{ mol/L}$$

$$c_z(\text{N}_2) = \frac{n_z(\text{N}_2)}{V} = \frac{3,16\text{ mol}}{4,00\text{ L}} = 0,790\text{ mol/L}$$

$$c_r(\text{NH}_3) = \frac{n_r(\text{NH}_3)}{V} = \frac{0,976\text{ mol}}{4,00\text{ L}} = 0,244\text{ mol/L}$$

Iz začetnih in ravnotežnih množin snovi izračunamo začetne in ravnotežne koncentracije snovi.

	$3\text{H}_2$	$+\text{N}_2$	$\rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
Začetek	1,50	0,790	0
Potek			
Ravnotežje			0,244

Izračunane koncentracije snovi vstavimo v ravnotežno preglednico. Ravnotežna preglednica ima tri vrstice. V prvo vrstico »začetek« vpišujemo začetne koncentracije, v tretjo vrstico »ravnotežje« pa ravnotežne koncentracije snovi. Nad ravnotežno preglednico napišemo urejeno enačbo ravnotežne reakcije tako, da je pod vsako snovjo en stolpec ravnotežne preglednice. Iz besedila naloge je razvidno, da na začetku v posodi ni bilo amonijaka  $\text{NH}_3$ , zato v vrstico »začetek« pod formulo  $\text{NH}_3$  vpišemo številko nič.

	$3\text{H}_2$	$+\text{N}_2$	$\rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
Začetek	1,50	0,790	0
Potek	$1,50 - 3x$	$0,790 - x$	$0 + 2x$
Ravnotežje			0,244

V vrstico »potek« prepisemo začetne koncentracije, dopišemo »-« (količina reaktantov se zmanjšuje) ali »+« (količina produktov se povečuje) ter še ustrezno število »x«. Število x je enako koeficientu v enačbi kemijske reakcije.

Vrednosti iz vrstice »potek« izenačimo z vrednostmi iz vrstice »ravnotežje«. Na ta način lahko izračunamo vrednost »x«. V našem primeru lahko uporabimo vrednosti iz stolpca pod  $\text{NH}_3$ :

$$0 + 2x = 0,244 \Rightarrow x = \frac{0,244}{2} = 0,122$$

S pomočjo vrednosti »x« izračunamo ravnotežni koncentraciji  $\text{H}_2$  in  $\text{N}_2$  (vrstica »ravnotežje« v stolpcu pod  $\text{H}_2$  in  $\text{N}_2$ ):

$$1,50 - 3x = 1,50 - 3 \cdot 0,122 = 1,134$$

$$0,790 - x = 0,790 - 0,122 = 0,668$$

	$3\text{H}_2$	$+\text{N}_2$	$\rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
Začetek	1,50	0,790	0
Potek	$1,50 - 3x$	$0,790 - x$	$0 + 2x$
Ravnotežje	1,134	0,668	0,244

Iz ravnotežne preglednice izpišemo ravnotežne koncentracije vseh snovi:  $c_r(\text{H}_2) = 1,134\text{ mol/L}$ ,  $c_r(\text{N}_2) = 0,668\text{ mol/L}$ ,  $c_r(\text{NH}_3) = 0,244\text{ mol/L}$

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{N}_2]} = \frac{0,244^2}{1,134^3 \cdot 0,668} = 0,0611$$

Napišemo izraz za konstanto ravnotežja.

Vstavimo podatke in izračunamo. Konstanta ravnotežja po dogovoru nima enote, zato tudi ob množinskih koncentracijah v računu ni potrebno pisati enot »mol/L«.



## 3.2 Izračun konstante ravnotežja

- \*27** Vodikov jodid razpada na elementa po enačbi  $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ . Na začetku je bila koncentracija vodikovega jodida 0,70 mol/L, po vzpostavitvi ravnotežja pa 0,50 mol/L. Izračunajte ravnotežni koncentraciji produktov in konstanto ravnotežja  $K_c$ .

$$[\text{H}_2] = \text{_____} \quad [\text{I}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

- \*28** Nitrozil klorid NOCl razpada po enačbi  $2\text{NOCl}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ . Na začetku je bila koncentracija NOCl 0,900 mol/L, po vzpostavitvi ravnotežja pa 0,600 mol/L. Izračunajte ravnotežni koncentraciji produktov in konstanto ravnotežja  $K_c$ .

$$[\text{NO}] = \text{_____} \quad [\text{Cl}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

- \*29** Fosforjev(V) klorid razpada na fosforjev(III) klorid in klor po enačbi  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ . Pri določeni temperaturi smo v 2,5-litrski posodi imeli na začetku 1,50 mol  $\text{PCl}_5$ , v ravnotežju pa 0,50 mol  $\text{PCl}_5$ . Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$ .

$$[\text{PCl}_5] = \text{_____} \quad [\text{PCl}_3] = \text{_____} \quad [\text{Cl}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

- \*30** Izračunajte ravnotežni koncentraciji in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ , če smo na začetku v posodo s prostornino 5,0 L dali 6,0 mol  $\text{N}_2\text{O}_4$  in 1,0 mol  $\text{NO}_2$ , v ravnotežju pa smo dobili 3,0 mol  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \text{_____} \quad [\text{NO}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

- \*31** Pri ravnotežni homogeni reakciji med metanom in vodno paro nastaneta ogljikov oksid in vodik po enačbi  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ . V posodi s prostornino 500 mL smo imeli na začetku 0,0410 mol metana in 0,0410 mol vodne pare, po segretju na 1500 °C pa je bilo v ravnotežju 0,00550 mol metana. Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$ .

$$[\text{CH}_4] = \text{_____} \quad [\text{H}_2\text{O}] = \text{_____} \quad [\text{CO}] = \text{_____} \quad [\text{H}_2] = \text{_____}$$

$$K_c = \text{_____}$$

- \*32** Pri 2000 °C smo imeli v pollitrski posodi na začetku 0,320 mol ogljikovega dioksida, po določenem času pa ga je bilo v ravnotežju le še 0,090 mol. Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $2\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ .

$$[\text{CO}_2] = \text{_____} \quad [\text{CO}] = \text{_____} \quad [\text{O}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

- \*33** Metanol dobimo pri ravnotežni homogeni reakciji med ogljikovim oksidom in vodikom po enačbi  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ . Pri določenih pogojih smo imeli v posodi s prostornino 500 mL na začetku 0,215 mol ogljikovega oksida in 0,562 mol vodika, v ravnotežju pa 0,021 mol metanola. Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$ .

$$[\text{CO}] = \text{_____} \quad [\text{H}_2] = \text{_____} \quad [\text{CH}_3\text{OH}] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

- \*34** Fosgen je nevaren brezbarven plin, ki poškoduje dihala. Pri povišani temperaturi razpada na ogljikov oksid in klor po enačbi  $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ . V posodi s prostornino 500 mL smo pri 400 °C imeli na začetku 0,250 mol fosgena. Ko se je vzpostavilo ravnotežje, je bilo v posodi 0,240 mol  $\text{COCl}_2$ . Izračunajte ravnotežne koncentracije snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$ .

$$[\text{COCl}_2] = \text{_____} \quad [\text{CO}] = \text{_____} \quad [\text{Cl}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

Pri ravnotežjih, kjer je vsota koeficientov plinastih reaktantov enaka vsoti koeficientov plinastih produktov lahko konstanto ravnotežja  $K_c$  izračunamo tudi brez podane prostornine. V izraz za konstanto ravnotežja vstavimo kar množine snovi. Tudi v ravnotežno preglednico lahko vstavljamo kar množine snovi.

**\*35** Na začetku smo dali v posodo 5,0 mol vodika, 4,0 mol joda in 2,0 mol vodikovega jodida, v ravnotežju pa smo dobili 1,0 mol joda. Izračunajte ravnotežni množini vodika in vodikovega jodida ter konstanto ravnotežja za reakcijo  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ .

$$n_r(\text{H}_2) = \text{_____} \quad n_r(\text{HI}) = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

**\*36** Pri določeni temperaturi smo v posodi zmešali 4,0 mol ogljikovega oksida in 3,4 mol vodne pare, v ravnotežju pa smo med drugim dobili tudi 2,2 mol vodika. Izračunajte ravnotežne množine ostalih treh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ .

$$n_r(\text{CO}) = \text{_____} \quad n_r(\text{H}_2\text{O}) = \text{_____} \quad n_r(\text{CO}_2) = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

**\*37** Pri določeni temperaturi smo v posodi zmešali 0,68 mol  $\text{SO}_2$  in 0,74 mol  $\text{NO}_2$ , v ravnotežju pa smo med drugim dobili tudi 0,62 mol  $\text{SO}_3$ . Izračunajte ravnotežne množine ostalih treh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ .

$$n_r(\text{SO}_2) = \text{_____} \quad n_r(\text{NO}_2) = \text{_____} \quad n_r(\text{NO}) = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

Pri izračunu konstante ravnotežja moramo mase snovi pretvoriti v koncentracije s pomočjo enačbe  $c = m/(M \cdot V)$ . Tudi v ravnotežno preglednico moramo vstavljati koncentracije (lahko tudi množine, če je vsota koeficientov plinastih reaktantov enaka vsoti koeficientov plinastih produktov) in ne mase snovi.

**\*38** V posodi s prostornino 10 L smo na začetku imeli 100 g  $\text{SO}_3$ , po vzpostavitvi ravnotežja pa 80 g  $\text{SO}_3$ . Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ .

$$[\text{SO}_3] = \text{_____} \quad [\text{SO}_2] = \text{_____} \quad [\text{O}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

**\*39** Izračunajte ravnotežne koncentracije obeh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ , če smo ob začetnem dodatku 50 g  $\text{N}_2\text{O}_4$  dobili po določenem času v ravnotežju 20 g  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Prostornina posode je 5,0 L.

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \text{_____} \quad [\text{NO}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

**\*40** Žveplov dioksid reagira v ravnotežni reakciji z dušikovim dioksidom, pri čemer nastane žveplov trioksid in dušikov oksid po enačbi  $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ . Pri določenih pogojih smo v dvolitrski posodi zmešali 24,0 g  $\text{SO}_2$  in 19,3 g  $\text{NO}_2$ . Ko se je vzpostavilo ravnotežje, smo imeli v posodi 28,0 g  $\text{SO}_3$ . Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$ .

$$[\text{SO}_2] = \text{_____} \quad [\text{NO}_2] = \text{_____} \quad [\text{SO}_3] = \text{_____} \quad [\text{NO}] = \text{_____}$$

$$K_c = \text{_____}$$

**\*41** Fosforjev(V) klorid pri segrevanju razpade po enačbi  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ . Začetna koncentracija  $\text{PCl}_5$  je bila 2,00 mol/L. Ravnotežje se je vzpostavilo, ko je razpadlo 75 %  $\text{PCl}_5$ . Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$ .

$$[\text{PCl}_5] = \text{_____} \quad [\text{PCl}_3] = \text{_____} \quad [\text{Cl}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

## 3.2 Izračun konstante ravnotežja

**\*42** V posodi s prostornino 8,0 L smo imeli na začetku 200 g  $\text{SO}_3$ . Ravnotežje se je vzpostavilo, ko je zreagiralo 40 %  $\text{SO}_3$ . Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ .

$$[\text{SO}_3] = \text{_____} \quad [\text{SO}_2] = \text{_____} \quad [\text{O}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

**\*43** Na začetku smo imeli v pollitrski posodi 150 g vodikovega jodida. Ravnotežje se je vzpostavilo, ko je zreagiralo 25,0 % HI v skladu z enačbo  $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ . Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$ .

$$[\text{HI}] = \text{_____} \quad [\text{H}_2] = \text{_____} \quad [\text{I}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

**\*44** Dvolitrsko posodo smo napolnili z 18,4 g  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Ravnotežje se je vzpostavilo, ko je ostalo v posodi 68 % začetne količine  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Izračunajte ravnotežne koncentracije vseh snovi in konstanto ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ .

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \text{_____} \quad [\text{NO}_2] = \text{_____} \quad K_c = \text{_____}$$

**Standard znanja: Znam iz koncentracij, množin ali mas snovi ugotoviti, v katero smer mora poteči reakcija za vzpostavitev ravnotežja (dodatna znanja).**

**\*45** Pri temperaturi 450 °C ima konstanta ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  vrednost 0,16. V posodi je v določenem trenutku koncentracija  $\text{N}_2$  0,80 mol/L, koncentracija  $\text{H}_2$  0,20 mol/L, koncentracija  $\text{NH}_3$  pa 0,030 mol/L. V katero smer mora poteči reakcija, da se vzpostavi ravnotežje? Odgovor računsko utemeljite.

Odgovor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**\*46** Pri določeni temperaturi ima konstanta ravnotežja  $K_c$  za reakcijo  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  vrednost 0,040. V preglednici so navedene trenutne koncentracije snovi. Za vsakega od treh primerov napovejte, v katero smer (levo/desno) mora poteči reakcija, da se vzpostavi ravnotežje. Odgovor računsko utemeljite.

	$c(\text{N}_2\text{O}_4)$ [mol/L]	$c(\text{NO}_2)$ [mol/L]	smer reakcije
a)	0,025	0,030	
b)	0,035	0,045	
c)	0,0625	0,0500	

Odgovor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**\*47** Pri temperaturi 400 °C ima ravnotežna konstanta  $K_c$  za reakcijo tvorbe fosgena  $\text{COCl}_2$  iz ogljikovega oksida in klora v skladu z enačbo  $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$  vrednost 120. V posodi s prostornino 500 mL imamo v določenem trenutku 0,025 mol CO, 0,075 mol  $\text{Cl}_2$  in 0,95 mol  $\text{COCl}_2$ . V katero smer mora poteči reakcija, da se vzpostavi ravnotežje? Odgovor računsko utemeljite.

Odgovor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 3.3 Vplivi na kemijsko ravnotežje

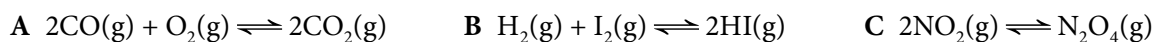
Francoski kemik Henri Louis Le Chatelier (1850–1936) je najbolj znan po načelu (objavljeno 1888), ki pojasnjuje vpliv spremembe na ravnotežni sistem – Le Chatelierovo načelo. Sprememba v ravnotežnem sistemu povzroči premik ravnotežja v smeri, ki minimizira to spremembo. Na kemijsko ravnotežje lahko vplivamo na različne načine; s spremembo temperature, tlaka oz. prostornine posode in koncentracij snovi. Katalizator ne vpliva na sestavo ravnotežne reakcijske zmesi, torej tudi ne na vrednost konstante ravnotežja  $K_c$ . Katalizator zgolj omogoča, da se pri določenih reakcijskih pogojih ravnotežje vzpostavi v krajšem času.

**Standard znanja:** Poznam vplive na kemijsko ravnotežje in Le Chatelierovo načelo. Znam napovedati spremembo položaja ravnotežja ob spremembi temperature, tlaka oz. prostornine posode in koncentracij posameznih snovi.

**1** Na katere ravnotežne reakcije ne moremo vplivati s spremembo tlaka oz. prostornine posode?

Odgovor: \_\_\_\_\_

**2** Ali lahko na katero od navedenih ravnotežnih reakcij vplivamo s spremembo tlaka oz. prostornine posode? Pojasnite svojo odločitev.



Odgovor: \_\_\_\_\_

**3** Na tlak plina v zaprti posodi lahko vplivamo s spremembo prostornine. Dopolnite besedilo.

Pri stalni temperaturi je tlak \_\_\_\_\_ s prostornino plina. Pri večji prostornini posode je tlak v posodi \_\_\_\_\_, pri manjši prostornini posode je tlak v posodi \_\_\_\_\_.

**4** Kako sprememba tlaka oz. prostornine posode vpliva na ravnotežje? Dopolnite besedilo.

Pri povečanju tlaka se ravnotežje pomakne v smer \_\_\_\_\_ števila delcev plinastih snovi (stran enačbe kemijskega ravnotežja, ki ima \_\_\_\_\_ vsoto koeficientov plinastih snovi). Pri zmanjšanju tlaka se ravnotežje pomakne v smer \_\_\_\_\_ števila delcev plinastih snovi (stran enačbe kemijskega ravnotežja, ki ima \_\_\_\_\_ vsoto koeficientov plinastih snovi).

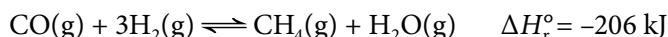
Pri povečanju prostornine posode se ravnotežje pomakne v smer \_\_\_\_\_ števila delcev plinastih snovi. Pri zmanjšanju prostornine posode se ravnotežje pomakne v smer \_\_\_\_\_ števila delcev plinastih snovi.

**5** V zaprti posodi imamo snovi v ravnotežju. Nato dodamo plin, ki ne reagira s snovmi v ravnotežju (npr. helij), zaradi česar se celotni tlak v posodi poveča. Zakaj tovrstno povečanje tlaka ne vpliva na ravnotežje (razmerje med reaktanti in produkti)?

Odgovor: \_\_\_\_\_

## 3.3 Vplivi na kemijsko ravnotežje

**25** Ogljikov oksid, vodik, metan in vodna para so v ravnotežju.



Ugotovite smer pomika ravnotežja (levo/desno/nikamor), opredelite vplive navedenih sprememb na koncentraciji vodika in metana (se zveča/se zmanjša/se ne spremeni) ter odgovorite na vprašanji.

	Smer pomika ravnotežja	$c(\text{H}_2)$	$c(\text{CH}_4)$
a) Dodamo CO(g).			
b) Odvzamemo H <sub>2</sub> O(g).			
c) Zmanjšamo prostornino posode.			
č) Zmes segrejemo.			
d) Dodamo inertni plin He.			
e) Dodamo katalizator.			

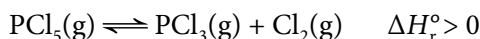
f) Ovrednotite trditev »Na obeh straneh enačbe ravnotežne reakcije sta po dve snovi, zato s spremembo tlaka oz. prostornine posode ne moremo vplivati na položaj ravnotežja«.

Odgovor: \_\_\_\_\_

g) Ali lahko s spremembo tlaka vplivamo na vrednost konstante ravnotežja  $K_c$ ? Odgovor utemeljite.

Odgovor: \_\_\_\_\_

**26** Fosforjev(V) klorid, fosforjev(III) klorid in klor so v ravnotežju.



Ugotovite smer pomika ravnotežja (levo/desno/nikamor), opredelite vplive navedenih sprememb na koncentraciji PCl<sub>5</sub> in PCl<sub>3</sub> (se zveča/se zmanjša/se ne spremeni) ter odgovorite na vprašanje.

	Smer pomika ravnotežja	$c(\text{PCl}_5)$	$c(\text{PCl}_3)$
a) Dodamo klor.			
b) Odvzamemo klor.			
c) Povečamo prostornino posode.			
č) Zmes ohladimo.			
d) Dodamo inertni plin Ne.			
e) Dodamo katalizator.			

f) S katero spremembo lahko vplivamo na vrednost konstante ravnotežja  $K_c$ ?

Odgovor: \_\_\_\_\_



4.

# Potek kemijskih reakcij: RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH

## VSEBINA

- 4.1 – IMENOVANJE KISLIN, BAZ IN SOLI
- 4.2 – PROTOLITSKE REAKCIJE
- 4.3 – AVTOPROTOLIZA VODE
- 4.4 – UGOTAVLJANJE pH
- 4.5 – IZRAČUN pH
- 4.6 – NEVTRALIZACIJA
- 4.7 – HIDROLIZA SOLI
- 4.8 – IONSKE REAKCIJE V VODNIH RAZTOPINAH

## 4.1 Imenovanje kislin, baz in soli

Anorganske kisline spoznamo po vodikovem atomu, ki ga zapisujemo na začetku formule. Oksokisline vsebujejo poleg vodika in značilne nekovine tudi kisik. V formulah oksokislin zapisujemo elemente po naslednjem vrstnem redu: vodik-značilna nekovina-kisik.

**Standard znanja:** Poznam formule in imena pomembnih binarnih kislin, oksokislin in dveh najpreprostejših karboksilnih kislin. Znam na podlagi imena napisati formulo kisline in na podlagi formule napisati ime kisline.

1 Imenujte kislini HCl in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

+1 -1  
HCl Klorovodikova kislina. HCl je preprosta kislina, sestavljena iz dveh elementov: vodika in klora. Imena tovrstnih kislin tvorimo tako, da k imenu nekovine (v našem primeru klor) dodamo končnico »ovodikova kislina«. Formulo spojine preverimo s pomočjo oksidacijskih števil. Vodik (element I. skupine periodnega sistema) ima oksidacijsko število +1, klor (element VII. skupine periodnega sistema) pa -1, vsota oksidacijskih števil v spojini je 0.

+1 +6 -2  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Žveplova(VI) kislina. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> je oksokislina, sestavljena iz treh elementov: vodika, žvepla in kisika. V imenu oksokisline navedemo značilno nekovino in njeno oksidacijsko število v oklepaju. Vodikovih in kisikovih atomov ne navajamo. Vodik ima oksidacijsko število +1 (dva vodikova atoma skupaj torej +2), kisik (element VI. skupine periodnega sistema) pa -2 (štirje kisikovi atomi skupaj torej -8). Ker je vsota vseh oksidacijskih števil v spojini 0, ima žveplo oksidacijsko število +6. Slovenskemu imenu centralnega atoma (v našem primeru žveplo) dodamo končnico »ova«, nato z rimsko številko označimo oksidacijsko število centralnega atoma (žveplo ima v tej spojini oksidacijsko število +6) ter dodamo še besedo »kislina«. Po novi *Nomenklaturi anorganske kemije* je sprejemljivo običajno ime te spojine žveplova kislina.

2 Napišite imena navedenih kislin.

- a) HF \_\_\_\_\_ c) HCl \_\_\_\_\_  
b) HBr \_\_\_\_\_ č) HI \_\_\_\_\_

3 Pojasnite razliko med izrazoma »klorovodikova kislina« in »vodikov klorid«. Napišite formuli obeh snovi z označenima agregatnima stanjema.

Odgovor: \_\_\_\_\_

4 Dopolnite besedilo.

Spojino H<sub>2</sub>S(g) imenujemo \_\_\_\_\_, njegovo vodno raztopino H<sub>2</sub>S(aq) pa \_\_\_\_\_.  
Cianovodikova kislina (oz. vodikov cianid) ima formulo \_\_\_\_\_.

5 Napišite imena navedenih oksokislin.

- a) HClO \_\_\_\_\_ d) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> \_\_\_\_\_  
b) HClO<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ e) H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> \_\_\_\_\_  
c) HClO<sub>3</sub> \_\_\_\_\_ f) HNO<sub>3</sub> \_\_\_\_\_  
č) HClO<sub>4</sub> \_\_\_\_\_ g) HNO<sub>2</sub> \_\_\_\_\_



**\*15** Ionska reakcija med raztopinama kalijevega nitrata(V) in natrijevega klorida ne poteče. Pojasnite.

Odgovor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**\*16** Pojasnite pomen oborine tako, da razporedite navedene besede (ločene so z vejicami). Prvi dve besedi sta že napisani v ustreznem zaporedju. Besede: dodatku, iz, izloči, ki, pri, raztopine, reagenta, se, slabo, snov, topna, ustreznega.

**Oborina je**

\_\_\_\_\_

**\*17** V preglednico vpišite formule oborin, ki nastanejo pri reakcijah 0,2 M raztopin snovi iz prve vrstice z 0,2 M raztopinami snovi iz prvega stolpca. Če ionska reakcija ne poteče, vpišite črto.

	NaNO <sub>3</sub>	NaI	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
AgNO <sub>3</sub>	a)	b)	c)	č)	d)
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	e)	f)	g)	h)	i)
KNO <sub>3</sub>	j)	k)	l)	m)	n)
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	o)	p)	r)	s)	š)
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	t)	u)	v)	z)	ž)

**\*18** Zakaj tudi običajno nevtralizacijo (reakcijo med kislino in kovinskim hidroksidom) uvrščamo med ionske reakcije?

Odgovor: \_\_\_\_\_

**\*19** Pri nekaterih ionskih reakcijah nastanejo tudi plini. Dopolnite in nato še uredite navedene enačbe ionskih reakcij. Označite agregatna stanja produktov.



**\*20** Med raztopinami navedenih snovi potečejo ionske reakcije. Napišite urejene enačbe reakcij. Označite agregatna stanja snovi.

a) kalijev karbonat + dušikova(V) kislina

\_\_\_\_\_

b) amonijev nitrat(V) + natrijev hidroksid

\_\_\_\_\_

c) natrijev sulfid + klorovodikova kislina

\_\_\_\_\_

- \*21 Pri reakcijah v prejšnjih dveh nalogah so nastali plini ogljikov dioksid, amonijak in vodikov sulfid. Kako lahko pri izvedbi reakcij ugotovimo nastanek teh plinov?

Odgovor: \_\_\_\_\_

**Standard znanja: Znam uporabiti razmerje množin za izračun količine snovi v ionskih reakcijah (posebna znanja).**

V mnogih državah fluorirajo pitno vodo tako, da ji dodajajo zelo majhne količine nekaterih fluorovih spojin (npr. NaF ali  $\text{Na}_2\text{FPO}_3$ ). Fluor se vgradi v zobno sklenino, ki na ta način postane bolj odporna proti zobni gnilobi (kariesu).

- \*22 Kolikšna množina kalcijevih ionov je potrebna za obarjanje vseh fluoridnih ionov v 400 mL raztopine s koncentracijo fluoridnih ionov 0,150 mol/L? Napišite skrajšano ionsko obliko enačbe.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $n(\text{Ca}^{2+}) =$  \_\_\_\_\_

Ledvični kamni so posledica ionskih reakcij, pri katerih nastanejo nekatere slabo topne snovi (oborine), npr. kalcijev oksalat  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  in kalcijev fosfat(V)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

- \*23 Kolikšna množina kalcijevih ionov je potrebna za obarjanje vseh fosfatnih(V) ionov v 250 mL raztopine s koncentracijo fosfatnih(V) ionov 0,200 mol/L? Napišite skrajšano ionsko obliko enačbe.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $n(\text{Ca}^{2+}) =$  \_\_\_\_\_

- \*24 Koliko mililitrov 0,155 M raztopine srebrovega(I) nitrata(V) porabimo pri reakciji z raztopino, ki vsebuje 0,123 g kalcijevega klorida? Napišite urejeno enačbo reakcije z označenimi agregatnimi stanji snovi.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $V(\text{AgNO}_3) =$  \_\_\_\_\_

- \*25 100 mL 0,200 M raztopine natrijevega fosfata(V) reagiramo s presežno raztopino kalcijevega nitrata(V). Koliko gramov katere snovi se obori? Napišite urejeno enačbo reakcije z označenimi agregatnimi stanji snovi.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $m(\text{_____}) =$  \_\_\_\_\_

- \*26 Pri titraciji raztopine natrijevega karbonata porabimo 20,4 mL 0,100 M klorovodikove kisline. Izračunajte maso natrijevega karbonata v vzorcu. Napišite urejeno enačbo reakcije z označenimi agregatnimi stanji snovi.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$  \_\_\_\_\_

- \*27 K raztopini kalijevega jodida dodamo presežno raztopino svinčevega(II) nitrata(V), pri tem nastane 5,60 g rumene oborine. Kolikšna množina kalijevega jodida je v začetni raztopini? Napišite urejeno enačbo reakcije z označenimi agregatnimi stanji snovi.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $n(\text{KI}) =$  \_\_\_\_\_

- \*28 K raztopini srebrovega(I) nitrata(V) dodamo presežno raztopino kalijevega kromata(VI)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , pri tem nastane 2,50 g oborine srebrovega(I) kromata(VI)  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Kolikšna množina srebrovega(I) nitrata(V) je v začetni raztopini? Napišite urejeno enačbo reakcije z označenimi agregatnimi stanji snovi.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $n(\text{AgNO}_3) =$  \_\_\_\_\_

5.

# Potek kemijskih reakcij: REAKCIJE OKSIDACIJE IN REDUKCIJE

## VSEBINA

- 5.1 – OKSIDACIJA IN REDUKCIJA
- 5.2 – UREJANJE ENAČB REDOKS REAKCIJ
- 5.3 – GALVANSKI ČLEN
- 5.4 – REDOKS VRSTA
- 5.5 – ELEKTROLIZA

## 5.1 Oksidacija in redukcija

Redoks reakcija je reakcija, pri kateri se odvijata redukcija in oksidacija. Pri tem se spremenijo oksidacijska števila elementov. Pri oksidaciji se oksidacijsko število elementa zveča. Pri redukciji se oksidacijsko število elementa zmanjša. Redukcija je sprejemanje elektronov, oksidacija je oddajanje elektronov. Reducent je snov, ki se oksidira. Oksidant je snov, ki se reducira.

**Standard znanja: Poznam izraz »oksidacijsko število« in ga znam določiti.**

- 1 Pojasnite pomen oksidacijskega števila tako, da razporedite navedene besede (ločene so z vejicami). Prvi tri besede so že napisane v ustreznem zaporedju. Besede: bi, bi, bila, če, element, ga, imel, ionov, iz, ki, naboj, spojini, ta, v, zgolj, zgrajena.

Oksidacijsko število je

---

- 2 Opišite obliko in položaj zapisa oksidacijskega števila ob simbolu kemijskega elementa.

Odgovor: \_\_\_\_\_

- 3 Opredelite običajna oksidacijska števila navedenih elementov v spojinah.

- a) Alkalijske kovine (I. skupina periodnega sistema): \_\_\_\_\_
- b) Zemeljskoalkalijske kovine (II. skupina periodnega sistema): \_\_\_\_\_
- c) Halogeni (VII. skupina periodnega sistema) v ionskih binarnih spojinah: \_\_\_\_\_
- č) Prehodni elementi: \_\_\_\_\_

- 4 Obkrožite črko pred formulo ustrezne snovi.

- a) V kateri spojini ima element X največje oksidacijsko število?  
 A  $\text{Na}_2\text{X}$       B  $\text{Li}_3\text{X}$       C  $\text{CsX}$       Č  $\text{Na}_2\text{XO}_4$       D  $\text{X}_2\text{O}_3$
- b) V kateri spojini ima element X največje oksidacijsko število?  
 A  $\text{CaXO}_4$       B  $\text{Sr}(\text{XO}_3)_2$       C  $\text{Mg}_3(\text{XO}_4)_2$       Č  $\text{Ca}(\text{XO}_2)_2$       D  $\text{X}_2\text{O}$
- c) V kateri spojini ima element X največje oksidacijsko število?  
 A  $\text{XCl}$       B  $\text{XBr}_2$       C  $\text{XI}_7$       Č  $\text{XF}_6$       D  $\text{CaX}$
- č) V kateri snovi ima kisik oksidacijsko število  $-2$ ?  
 A  $\text{KO}_2$       B  $\text{Na}_2\text{O}_2$       C  $\text{CaO}$       Č  $\text{O}_3$       D  $\text{H}_2\text{O}_2$
- d) V kateri snovi ima mangan oksidacijsko število  $+4$ ?  
 A  $\text{MnO}_4^-$       B  $\text{MnO}_2$       C  $\text{MnO}_4^{2-}$       Č  $\text{Mn}_2\text{O}_3$       D  $\text{MnBr}_2$
- e) V kateri spojini ima žveplo oksidacijsko število  $+4$ ?  
 A  $\text{SF}_6$       B  $\text{H}_2\text{S}$       C  $\text{K}_2\text{SO}_4$       Č  $\text{SO}_2$       D  $\text{SCL}_2$
- f) V kateri spojini ima krom najmanjše oksidacijsko število?  
 A  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$       B  $\text{K}_2\text{CrO}_4$       C  $\text{Cr}_2\text{O}_3$       Č  $\text{CrO}_3$       D  $\text{CrO}_2$

## 5.5 Elektroliza

- \*25** Barij dobimo z elektrolizo taline  $\text{BaCl}_2$ . Kolikšno maso barija lahko dobimo, če 30 minut izvajamo elektrolizo pri toku 18 A? Izračunajte tudi količino pretečenega električnega naboja in napišite enačbo ustrezne elektrodne reakcije.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $m(\text{Ba}) =$  \_\_\_\_\_  $Q =$  \_\_\_\_\_

Aluminij je za kisikom in silicijem tretji najbolj razširjen element (oz. najbolj razširjena kovina). Prvi ga je leta 1827 izoliral danski fizik Hans Oersted (1777–1851), a je bil takrat aluminij zelo drag. Leta 1859 je francoski kemik Henri Deville (1818–1881) opisal elektrolizni postopek pridobivanja aluminija, ki pa je omogočal zgolj laboratorijske poskuse. Francoski kemik Paul Heroult (1863–1914) in ameriški kemik Charles Hall (1863–1914) sta leta 1886 neodvisno drug od drugega razvila industrijski elektrolizni postopek pridobivanja aluminija. Po tem postopku elektrolizirajo talino zmesi glinice ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) in kriolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ). Takšna zmes se tali pri nižji temperaturi (okoli 950 °C) kot čista glinica (nad 2000 °C).

- \*26** Aluminijaste pločevinke uporabljamo za shranjevanje pijač. Koliko električnega naboja potrebujemo za tvorbo aluminija, ki zadostuje za izdelavo običajne 14-gramske pločevinke? Koliko časa potrebujemo za izvedbo elektrolize ob toku 16 A? Napišite enačbo ustrezne elektrodne reakcije.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $Q =$  \_\_\_\_\_  $t =$  \_\_\_\_\_

- \*27** Preiskovana raztopina je vsebovala pozitivne kovinske ione neznanega naboja. Po 15,0 minutah elektrolize s tokom 5,00 A se je na katodi izločilo 0,0155 mol elementarne kovine. Kolikšen je naboj kovinskih ionov v raztopini? Izračunajte tudi količino pretečenega električnega naboja.

Naboj ionov: \_\_\_\_\_  $Q =$  \_\_\_\_\_

- \*28** Preiskovana raztopina je vsebovala pozitivne nikljeve ione neznanega naboja. Po 10,0 minutah elektrolize s tokom 8,00 A se je na katodi izločilo 1,46 g elementarnega niklja. Kolikšen je naboj nikljevih ionov v raztopini? Izračunajte tudi količino pretečenega električnega naboja.

Naboj ionov: \_\_\_\_\_  $Q =$  \_\_\_\_\_

- \*29** V preglednici so podatki za elektrolize talin treh soli. Dopolnite preglednico.

	Kovinski ion	Enačba katodne redukcije	Množina kovine [mol]	Tok [A]	Čas elektrolize [min]	Električni naboj [A s]
a)	$\text{Al}^{3+}$		0,0500		11,0	
b)	$\text{Mg}^{2+}$			12,0	18,0	
c)	$\text{Na}^+$				20,0	$3,00 \cdot 10^4$

- \*30** V preglednici so podatki za elektrolize raztopin treh soli. V vseh primerih se na katodi izločajo kovine, anodne reakcije nas ne zanimajo. Dopolnite preglednico.

	Kovinski ion	Enačba katodne redukcije	Masa kovine [g]	Tok [A]	Čas elektrolize [min]	Električni naboj [A s]
a)	$\text{Cr}^{3+}$		0,780		9,00	
b)	$\text{Ni}^{2+}$			20,0	15,0	
c)	$\text{Ag}^+$				30,0	$4,50 \cdot 10^4$

**\*31** Pri polnjenju akumulatorske nikelj-kadmijeve baterije se na katodi kadmijev(II) hidroksid reducira v elementarni kadmij. Koliko gramov kadmija se teoretično izloči pri polnjenju baterije, če proizvajalec baterije priporoča 14-urno polnjenje s povprečnim tokom 0,12 A? Napišite enačbo redukcije in izračunajte količino pretečenega električnega naboja.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $m(\text{Cd}) =$  \_\_\_\_\_  $Q =$  \_\_\_\_\_

**\*32** Elementarni fluor pridobivamo industrijsko z elektrolizo zmesi HF/KF. Na razpolago imamo 100.000 A s električnega naboja.

a) Na kateri elektrodi nastaja fluor? Opredelite polariteto te elektrode in vrsto reakcije.

Odgovor: \_\_\_\_\_

b) Napišite enačbo elektrodne reakcije nastanka fluora in izračunajte množino ter prostornino nastalega fluora, merjenega pri 25 °C in 100 kPa.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $n(\text{F}_2) =$  \_\_\_\_\_  $V(\text{F}_2) =$  \_\_\_\_\_

**\*33** Pri elektrolizi taline natrijevega klorida smo dobili 33,2 L klora, merjenega pri 20 °C in 110 kPa.

a) Na kateri elektrodi nastaja natrij in na kateri elektrodi nastaja klor? Opredelite polariteti obeh elektrod in vrsti reakcij.

Odgovor: \_\_\_\_\_

b) Napišite enačbi reakcij na obeh elektrodah in ugotovite vrednosti koeficientov  $z(\text{Na})$  in  $z(\text{Cl}_2)$ .

Nastanek natrija: \_\_\_\_\_  $z(\text{Na}) =$  \_\_\_\_\_

Nastanek klora: \_\_\_\_\_  $z(\text{Cl}_2) =$  \_\_\_\_\_

c) Izračunajte množino nastalega klora, pretečeni električni naboj in množino nastalega natrija.

$n(\text{Cl}_2) =$  \_\_\_\_\_  $Q =$  \_\_\_\_\_  $n(\text{Na}) =$  \_\_\_\_\_

**\*34** Izvedli smo elektrolizo taline neznanega kovinskega oksida s formulo XO.

a) Napišite enačbi reakcij in opredelite reakciji na obeh elektrodah.

Katoda: \_\_\_\_\_ Anoda: \_\_\_\_\_

b) Ugotovite vrednosti koeficientov  $z(\text{X})$  in  $z(\text{O}_2)$  ter izračunajte množini obeh elementov, ki nastaneta pri elektrolizi, če imamo na razpolago 200.000 A s električnega naboja.

$z(\text{X}) =$  \_\_\_\_\_  $z(\text{O}_2) =$  \_\_\_\_\_  $n(\text{X}) =$  \_\_\_\_\_  $n(\text{O}_2) =$  \_\_\_\_\_

**\*35** Koliko časa mora potekati elektroliza raztopine cinkove(II) soli pri toku 12 A, če hočemo pri elektrolitskem cinkanju prevleči kovinski predmet površine 340 cm<sup>2</sup> z 0,0055 cm debelo plastjo cinka? Cink ima gostoto 7,13 g/cm<sup>3</sup>. (Iz površine in debeline cinkovega nanosa izračunamo njegovo prostornino  $V = S \cdot d$ , ki jo z gostoto pretvorimo v maso  $m = \rho \cdot V$ .) Napišite enačbo elektrodne reakcije. Izračunajte tudi količino pretečenega električnega naboja.

Enačba reakcije: \_\_\_\_\_  $t =$  \_\_\_\_\_  $Q =$  \_\_\_\_\_



6.

# LASTNOSTI ELEMENTOV IN SPOJIN

## VSEBINA

- **6.1** – PODROČJA ELEMENTOV V PERIODNEM SISTEMU
- **6.2** – PREHODNI ELEMENTI IN KOORDINACIJSKE SPOJINE
- **6.3** – NEKATERE POMEMBNE KOVINE
- **6.4** – NEKATERE POMEMBNE ANORGANSKE SPOJINE

## 6.1 Področja elementov v periodnem sistemu

Periodni sistem elementov je leta 1869 zasnoval ruski kemik Dmitrij Ivanovič Mendeljejev (1834–1907). V periodnem sistemu so razporejeni vsi znani elementi glede na vrstno število.

**Standard znanja:** Poznam ogrodje periodnega sistema elementov in način razporeditve elementov. Poznam področja periodnega sistema (glede na podlupine) in imena elementov I., II., VII. in VIII. skupine periodnega sistema. Vem, v katerem delu periodnega sistema so kovine, nekovine oz. polkovine.

**1** Ovrednotite trditev: »V periodnem sistemu si elementi sledijo glede na število protonov v jedrih njihovih atomov.«

Odgovor: \_\_\_\_\_

**2** Ovrednotite trditev: »V periodnem sistemu si elementi sledijo glede na relativno atomsko maso.«

Odgovor: \_\_\_\_\_

**3** Natrij in kalij, ki sta v isti skupini periodnega sistema, imata podobne kemijske in nekatere fizikalne lastnosti. Opišite podobnost med elektronskima konfiguracijama natrija in kalija.

Odgovor: \_\_\_\_\_

**4** Po vrsti napišite formule oksidov elementov tretje periode. Upoštevajte najvišja možna oksidacijska števila elementov. Argonov(VIII) oksid ni znan.

Odgovor: \_\_\_\_\_

**5** Razporedite navedene elemente glede na podlupine v ustrezna področja periodnega sistema. Napišite simbole elementov.

Elementi: magnezij, evropij, zlato, vodik, neon, silicij, železo, uran.

a) *s*-področje: \_\_\_\_\_ b) *p*-področje: \_\_\_\_\_ c) *d*-področje: \_\_\_\_\_ č) *f*-področje: \_\_\_\_\_

**6** Zakaj je uvrstitev helija v 18. oz. VIII. skupino periodnega sistema posebnost? Zakaj helija ne uvrščamo v drugo skupino periodnega sistema? Pojasnite z upoštevanjem elektronske konfiguracije helija.

Odgovor: \_\_\_\_\_

**7** Dopolnite besedilo.

Elemente prve skupine periodnega sistema (razen vodika) imenujemo \_\_\_\_\_.

Elemente druge skupine periodnega sistema imenujemo \_\_\_\_\_.

Elemente 17. oz. VII. skupine periodnega sistema imenujemo \_\_\_\_\_.

Elemente 18. oz. VIII. skupine periodnega sistema imenujemo \_\_\_\_\_.

**8** Opredelite navedene elemente kot kovine, nekovine oz. polkovine. Napišite simbole elementov. Elementi: silicij, aluminij, žveplo, baker, germanij, vodik, klor, magnezij.

a) Kovine: \_\_\_\_\_ b) Nekovine: \_\_\_\_\_ c) Polkovine: \_\_\_\_\_



## 6.4 Nekatere pomembne anorganske spojine

2 Obkrožite črko pred ustreznim odgovorom.

- a) Kateri plin nastane pri raztapljanju srebra v koncentrirani dušikovi kislini?  
 A  $\text{NH}_3$       B  $\text{NO}_2$       C  $\text{AgNO}_3$       Č  $\text{Ag}_2\text{O}$       D  $\text{H}_2$
- b) Plinasta spojina nastane pri reakciji razredčene  $\text{HNO}_3$  in:  
 A  $\text{NaOH}$       B  $\text{CaCO}_3$       C  $\text{CaO}$       Č  $\text{Mg}$       D  $\text{NaNO}_3$
- c) Večjo količino dušikove kisline uporabljamo za proizvodnjo spojine s kratico:  
 A THC      B DDT      C DNK      Č TNT      D ATP
- č) Katere kovine *ne* moremo raztopiti v koncentrirani dušikovi kislini?  
 A Ag      B Cu      C Na      Č Mg      D Au
- d) Fosforjevo kislino industrijsko pridobivamo iz:  
 A  $\text{H}_3\text{PO}_3$       B  $\text{P}_4\text{O}_{10}$       C  $\text{PCl}_3$       Č  $\text{Na}_3\text{PO}_4$       D  $\text{PH}_3$
- e) Raztopine navedenih snovi imajo enake množinske koncentracije. Največji pH ima raztopina:  
 A  $\text{Na}_3\text{PO}_4$       B  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$       C  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$       Č  $\text{H}_3\text{PO}_4$       D  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
- f) Za dober razvoj rastlin moramo v večjih količinah z umetnimi gnojili dodajati spojine treh elementov. Katera spojina vsebuje dva od teh treh elementov?  
 A  $\text{NH}_4\text{NO}_3$       B  $\text{NH}_4\text{Cl}$       C  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$       Č  $\text{KNO}_3$       D  $\text{KCl}$
- g) Klorova oksokislina z največjo konstanto kisline  $K_a$  ima formulo:  
 A  $\text{HCl}$       B  $\text{HClO}$       C  $\text{HClO}_2$       Č  $\text{HClO}_3$       D  $\text{HClO}_4$
- h) Klorovico zapišemo s formulo:  
 A  $\text{HCl}(\text{aq})$       B  $\text{Cl}_2(\text{aq})$       C  $\text{Cl}_2(\text{l})$       Č  $\text{HClO}(\text{aq})$       D  $\text{HClO}_4(\text{aq})$
- i) Varikino dobimo z uvajanjem klora v raztopino:  
 A  $\text{H}_2\text{SO}_4$       B  $\text{NaOH}$       C  $\text{HCl}$       Č  $\text{NH}_3$       D  $\text{HNO}_3$
- j) Klorova(I) kislina (sprejemljivo običajno ime: hipoklorasta kislina) je močan oksidant. Kolikšno je oksidacijsko število klora v produktu, ki nastane med klorovo(I) kislino in reducentom?  
 A -1      B +1      C +3      Č +5      D +7
- k) Kremen je mineral s formulo:  
 A  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$       B  $\text{SiF}_4$       C  $\text{SiO}_2$       Č  $\text{SiH}_4$       D  $\text{SiCl}_4$
- l) Katera spojina je glavna surovina za izdelavo običajnega stekla?  
 A  $\text{Al}_2\text{O}_3$       B  $\text{B}_2\text{O}_3$       C  $\text{SiO}_2$       Č  $\text{PbO}$       D  $\text{MgO}$
- m) Kakšna je razporeditev kisikovih atomov okoli silicijevega atoma v silikatnem ionu?  
 A Linearna      B Trikotna      C Tetraedrična      Č Oktaedrična      D Kvadratna
- n) Področje tehnologije, ki se ukvarja z obvladovanjem snovi na nivoju atomov in molekul imenujemo \_\_\_\_\_tehnologija. Izberite manjkajočo predpono.  
 A mikro      B mini      C makro      Č nano      D mega
- o) 1 nm ustreza:  
 A  $10^{-3}$  m      B  $10^{-6}$  m      C  $10^{-9}$  m      Č  $10^{-12}$  m      D  $10^{-15}$  m

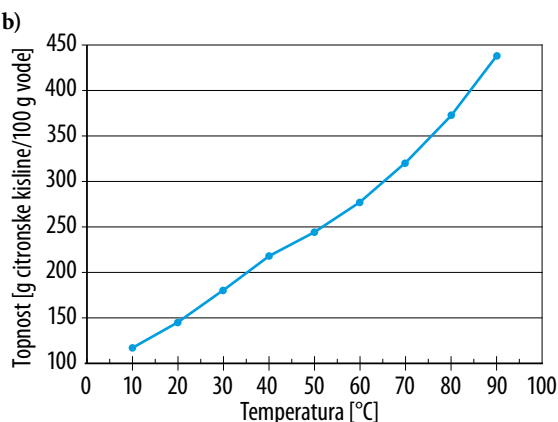
## 1. RAZTOPINE

## 1.1 Masni delež in topnost

- kuhinjska sol, voda, slana voda, 300 g
- Masni delež množimo s 100 in dodamo znak %. Rastopina je 15-odstotna (15 %).
- $m(\text{raztopina}) = 188 \text{ g}$ ;  $w(\text{NaCl}) = 0,096$
- $m(\text{raztopina}) = 1500 \text{ g}$ ;  $m(\text{H}_2\text{O}) = 1380 \text{ g}$
- $m(\text{sladkor}) = 30 \text{ g}$ ;  $m(\text{H}_2\text{O}) = 470 \text{ g}$
- $m(\text{H}_2\text{O}) = 81,1 \text{ g}$ ;  $m(\text{raztopina}) = 92,9 \text{ g}$
- $m(\text{sol}) = 20,0 \text{ g}$ ;  $m(\text{raztopina}) = 250 \text{ g}$
- A: 100 g; 0,20; B: 75 g; 0,16; C: 40 g; 0,20; Č: 60 g; 0,25; D: 40 g; 0,40; E: 15 g; 0,25; F: 120 g; 150 g; G: 39 g; 50 g; H: 12 g; 28 g; I: 8 g; 12 g; J: 13 g; 50 g; K: 9 g; 25 g.
- $m(\text{raztopina}) = 375 \text{ g}$ ;  $w(\text{NaCl}) = 0,0390$
- $n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,0833 \text{ mol}$ ;  $n(\text{H}_2\text{O}) = 15,8 \text{ mol}$
- $m(\text{raztopina}) = 110 \text{ g}$ ;  $w(\text{KCl}) = 0,0908$
- $m(\text{raztopina}) = 944 \text{ g}$ ;  $w(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2) = 0,470$
- Topnost večine trdnih topljencev narašča s temperaturo.
- Pri višji temperaturi topila je topnost plina manjša. Pri višjem tlaku plina nad tekočim topilom je topnost plina večja.
- topnost KCl = 34,2 g KCl/100 g vode
- topnost KI = 144 g KI/100 g vode
- $w(\text{KF}) = 0,480$
- $w(\text{sečnina}) = 0,519$
- a) 4,49 g/100 g vode; 0,860 g; 19,14 g;  
b) 13,3 g/100 g vode; 85,5 g; 75,5 g; c) 0,209; 10,4 g; 39,6 g;  
č) 0,313; 63,9 g; 43,9 g; d) 0,420; 72,4 g/100 g vode; 46,4 g.
- $w(\text{NaCl}) = 0,265$ , topnost = 36,1 g NaCl/100 g vode
- $w(\text{NaBr}) = 0,476$ , topnost = 90,8 g NaBr/100 g vode
- a) Krivulja topnosti predstavlja odvisnost topnosti določene snovi od temperature. Topnost vinske kisline v vodi s temperaturo narašča;  
b) 

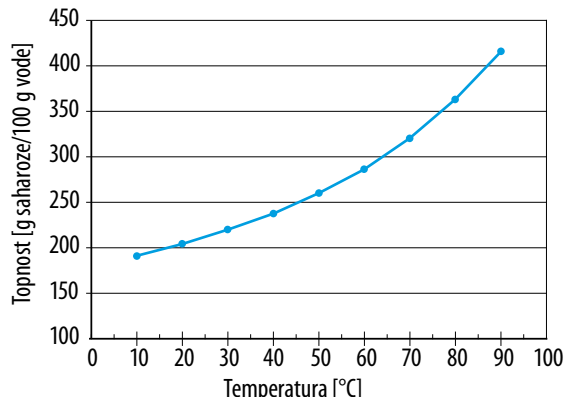
115	126	139	156	176	195	217	244	273
0,535	0,558	0,582	0,609	0,638	0,661	0,685	0,709	0,732

  
c)  $m(\text{vinska kislina}) = 145 \text{ g}$ ;  $m(\text{H}_2\text{O}) = 105 \text{ g}$ .
- a) 0,539; 0,592; 0,643; 0,686; 0,709; 0,735; 0,762; 0,788; 0,814;



- $m(\text{citr. kis.}) = 321 \text{ g}$ ,  $m(\text{H}_2\text{O}) = 179 \text{ g}$ ;
- $m(\text{H}_2\text{O}) = 27,8 \text{ g}$ ,  $m(\text{raztopina}) = 77,8 \text{ g}$ ;
- $m(\text{citr. kis.}) = 360 \text{ g}$ ,  $m(\text{raztopina}) = 560 \text{ g}$ ;
- Rastopino ohladimo na 20 °C in odfiltriramo izločeno trdno citronsko kislino.

- a) 0,656; 0,671; 0,688; 0,704; 0,722; 0,742; 0,762; 0,784; 0,806;  
b)



- $m(\text{saharoz}) = 344 \text{ g}$ ,  $m(\text{H}_2\text{O}) = 156 \text{ g}$ ;
- $m(\text{H}_2\text{O}) = 22,7 \text{ g}$ ,  $m(\text{raztopina}) = 72,7 \text{ g}$ ;
- $m(\text{saharoz}) = 440 \text{ g}$ ,  $m(\text{raztopina}) = 640 \text{ g}$ ;
- Izloči se 83 g saharoze; razlika med topnostjo pri 60 °C in 20 °C.

## 1.2 Množinska in masna koncentracija

- a)  $c(\text{KCl}) = 0,542 \text{ mol/L}$ ; b)  $\gamma(\text{KCl}) = 40,4 \text{ g/L}$ .
- a)  $m(\text{KNO}_3) = 7,58 \text{ g}$ ; b)  $\gamma(\text{KNO}_3) = 15,2 \text{ g/L}$ .
- a)  $m(\text{NaOH}) = 2,00 \text{ g}$ ; b)  $c(\text{NaOH}) = 0,250 \text{ mol/L}$ ;  
c)  $\gamma(\text{NaOH}) = 10,0 \text{ g/L}$ .
- a)  $M(\text{topljenec}) = 40 \text{ g/mol}$ ; b)  $\gamma(\text{topljenec}) = 8,0 \text{ g/L}$ .
- a)  $m(\text{NaCl}) = 4,50 \text{ g}$ ; b)  $\gamma(\text{NaCl}) = 9,00 \text{ g/L}$ .
- a)  $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 25,0 \text{ g}$ ; b)  $c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,278 \text{ mol/L}$ .
- a) 58,44 g/mol; 0,0257 mol; 0,257 mol/L; 15,0 g/L;  
b) 8,95 g; 74,55 g/mol; 0,240 mol/L; 17,9 g/L;  
c) 40,00 g/mol; 0,250 mol; 455 mL; 22,0 g/L;  
č) 6,17 g; 56,11 g/mol; 846 mL; 7,29 g/L;  
d) 101,11 g/mol; 0,148 mol; 333 mL; 0,445 mol/L;  
e) 12,8 g; 85,00 g/mol; 255 mL; 0,588 mol/L;  
f) 2,47 g; 102,89 g/mol; 0,0240 mol; 12,3 g/L;  
g) 15,0 g; 119,00 g/mol; 0,126 mol; 0,504 mol/L;  
h) 34,0 g/mol; 0,0450 mol; 5,10 g/L;  
i) 18,0 g; 180 g/mol; 0,100 mol;  
j) 13,5 g; 130 g/mol; 0,104 mol.
- a)  $m(\text{CO}_2) = 4,2 \text{ g}$ ; b)  $c(\text{CO}_2) = 0,064 \text{ mol/L}$ .
- a)  $m(\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}) = 1,0 \text{ g}$ ; b)  $c(\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}) = 0,032 \text{ mol/L}$ .
- a)  $\gamma(\text{Na}) = 0,41 \text{ g/L}$ ; b)  $c(\text{Na}) = 0,018 \text{ mol/L}$ ;  
c)  $m(\text{Na}) = 0,14 \text{ g}$ .
- B, C, D in E, E, C, C, E, A.
- a)  $\gamma = 12 \text{ g/L}$ ; b)  $m = 2,8 \text{ g}$ ; c)  $m = 35 \text{ g}$ .
- a) masna koncentracija topljenca; b) množinska koncentracija topljenca; c) masni delež topljenca.

15. Del topila je odparel, zato se je presežna količina topljenca izločila iz raztopine.
16. Pri segrevanju se masa ne spreminja, zato je masni delež enak. Spreminja pa se gostota raztopine (gostota je odvisna od temperature), zato je prostornina segrete raztopine in s tem tudi njena koncentracija drugačna.
17. a)  $\gamma(\text{NaCl}) = 66,7 \text{ g/L}$ ; b)  $\gamma(\text{NaCl}) = 25,0 \text{ g/L}$ ;  
c)  $\gamma(\text{NaCl}) = 167 \text{ g/L}$ ; č)  $\gamma(\text{NaCl}) = 83,3 \text{ g/L}$ ;  
d)  $\gamma(\text{NaCl}) = 50,0 \text{ g/L}$ .
18. a)  $c(\text{NaCl}) = 1,71 \text{ mol/L}$ ; b)  $c(\text{NaCl}) = 0,570 \text{ mol/L}$ ;  
c)  $c(\text{NaCl}) = 3,76 \text{ mol/L}$ ; č)  $c(\text{NaCl}) = 2,3 \text{ mol/L}$ ;  
d)  $c(\text{NaCl}) = 1,43 \text{ mol/L}$ .
21. a)  $c(\text{NaCl}) = 3,38 \text{ mol/L}$ ; b)  $\gamma(\text{NaCl}) = 198 \text{ g/L}$ .
22. a)  $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 3,69 \text{ mol/L}$ ; b)  $\gamma(\text{H}_2\text{O}_2) = 125 \text{ g/L}$ .
23. a)  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,5 \text{ mol/L}$ ; b)  $\gamma(\text{CH}_3\text{COOH}) = 90 \text{ g/L}$ .
24. a) 1,33 mol/L; 53,0 g/L; b) 0,100; 111 g/L;  
c) 0,200; 6,10 mol/L; č) 9,98 mol/L; 399 g/L;  
d) 0,400; 572 g/L; e) 0,500; 19,1 mol/L.
25. a) 0,536 mol/L; b) 0,457 mol/L; c) 0,0555 mol/L;  
č) 0,0093 mol/L; d) 0,010 mol/L; e) 0,0097 mol/L.
26. a)  $w(\text{NaCl}) = 0,200$ ; b)  $c(\text{NaCl}) = 3,94 \text{ mol/L}$ ;  
c)  $\gamma(\text{NaCl}) = 230 \text{ g/L}$ .
27. a)  $w(\text{KCl}) = 0,200$ ; b)  $c(\text{KCl}) = 3,03 \text{ mol/L}$ ;  
c)  $\gamma(\text{KCl}) = 226 \text{ g/L}$ .
28. a)  $c(\text{NaCl}) = 0,48 \text{ mol/L}$ ; b)  $w(\text{NaCl}) = 0,027$ ;  
c)  $m(\text{NaCl}) = 0,56 \text{ kg}$ .
29. a)  $\gamma(\text{SO}_2) = 2,3 \cdot 10^{-6} \text{ g/L}$ ; b)  $c(\text{SO}_2) = 3,6 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$ ;  
c)  $w(\text{SO}_2) = 1,9 \cdot 10^{-6}$ .
30. a)  $c(\text{N}_2) = 0,00054 \text{ mol/L}$ ; b)  $m(\text{N}_2) = 0,072 \text{ g}$ ;  
c)  $n(\text{N}_2) = 0,0026 \text{ mol}$ .
31. a) Hladna voda se je segrela na sobno temperaturo. Pri višji temperaturi je topnost plinov manjša, zato so se iz vode izločili mehurčki zraka; b) Gazirana pijača je napolnjena pod višjim tlakom ogljikovega dioksida ( $\text{CO}_2$ ). V zraku je delež (in s tem tudi tlak)  $\text{CO}_2$  manjši kot v gazirani pijači. Ker je topnost plina manjša pri manjšem tlaku, se iz pijače izloči plinast  $\text{CO}_2$ ; c) Izhajajoči  $\text{CO}_2$  izpodrine zrak (kisik). Goreča vžigalica ugasne, ker  $\text{CO}_2$  ne omogoča gorenja.
32. V penečem vinu je raztopljenega več  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2$  je pod višjim tlakom), zato je izhajanje  $\text{CO}_2$  pri odpiranju penečega vina bolj burno.
33. Pri višji temperaturi je topnost  $\text{CO}_2$  manjša, zato je izhajanje  $\text{CO}_2$  pri odpiranju tople gazirane pijače bolj burno.
34. V Portorožu (nižja nadmorska višina) je zračni tlak višji, zato je raztopljenega več dušika in kisika.
35. a) Najmanj je topen helij, najbolj  $\text{CO}_2$ ; b) 0,0013 mol/L;  
c) 154 kPa; č) 308 kPa; d) Helij je bistveno manj topen v vodi (krvi) kot dušik; e) Za življenje potrebujemo kisik. Kisik se porablja pri življenjskih procesih (ne ostaja raztopljen v krvi); f) Premice so bolj položne, ker je topnost plinov pri višji temperaturi manjša.
36. Hitrost raztapljanja povečamo z mešanjem in s segrevanjem raztopine ter z uporabo bolj drobnega topljenca.

### 1.3 Priprava raztopin

3. a)  $w = 0,0600$ ; b)  $w = 0,150$ ; c)  $w = 0,182$ ;  
č)  $w = 0,0750$ ; d)  $w = 0,140$ ; e)  $w = 0,100$ .
5. a)  $c = 0,143 \text{ mol/L}$ ; b)  $c = 0,250 \text{ mol/L}$ ;  
c)  $c = 0,163 \text{ mol/L}$ ; č)  $c = 0,100 \text{ mol/L}$ ;  
d)  $c = 0,417 \text{ mol/L}$ .
6.  $w(\text{suha snov}) = 0,068$ ; 6,8 %
7.  $m(20,0 \% \text{ raztopine glukoze}) = 300 \text{ g}$
8.  $V(2,00 \text{ M raztopine NaCl}) = 62,5 \text{ mL}$
9. a)  $V = 21 \text{ mL}$ ; b)  $V = 7,7 \text{ mL}$ ; c)  $V = 9,01 \text{ mL}$ ;  
č)  $V = 85,9 \text{ mL}$ ; d)  $V = 274 \text{ mL}$ ; e)  $V = 40 \text{ mL}$ .
10.  $m(12 \% \text{ raztopine NaCl}) = 73 \text{ g}$

### 1.4 Hidratacija

1. a) Raztapljanje ionskega kristala, nastanejo hidratirani ioni;  
b) Raztapljanje molekulskega kristala, nastanejo hidratirane molekule.
2. Hidratirani ion je ion, obdan z molekulami vode. Hidratirana molekula je molekula, obdana z molekulami vode.
3. Vodik je bolj elektropozitiven, zato je usmerjen k negativnemu ionu. Kisik je bolj elektronegativen, zato je usmerjen k pozitivnemu ionu.
4. Vodikov atom molekule vode je v bližini negativnega dela polarne molekule. Kisikov atom molekule vode je v bližini pozitivnega dela molekule vode.
5. Voda je polarno topilo in dobro raztaplja polarne topljenca. Za raztapljanje nepolarnih topljenecv so primerna nepolarna topila.
6. V tem primeru je raztapljanje endotermen proces.

## 2. Potek kemijskih reakcij: HITROST KEMIJSKIH REAKCIJ

### 2.1 Ugotavljanje hitrosti kemijskih reakcij

2. a)  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$ ,  
 $v(\text{SO}_2) = -\Delta[\text{SO}_2]/\Delta t$ ,  $v(\text{O}_2) = -\Delta[\text{O}_2]/\Delta t$ ,  
 $v(\text{SO}_3) = \Delta[\text{SO}_3]/\Delta t$ ;  
b)  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g})$ ,  
 $v(\text{NO}_2) = -\Delta[\text{NO}_2]/\Delta t$ ,  
 $v(\text{O}_2) = \Delta[\text{O}_2]/\Delta t$ ,  $v(\text{NO}) = \Delta[\text{NO}]/\Delta t$ ;  
c)  $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{NO}_2(\text{g})$ ,  
 $v(\text{N}_2\text{O}_5) = -\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]/\Delta t$ ,  
 $v(\text{O}_2) = \Delta[\text{O}_2]/\Delta t$ ,  $v(\text{NO}_2) = \Delta[\text{NO}_2]/\Delta t$ ;  
č)  $2\text{N}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ,  
 $v(\text{N}_2\text{O}) = -\Delta[\text{N}_2\text{O}]/\Delta t$ ,  
 $v(\text{N}_2) = \Delta[\text{N}_2]/\Delta t$ ,  $v(\text{O}_2) = \Delta[\text{O}_2]/\Delta t$ ;  
d)  $2\text{HI}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ ,  $v(\text{HI}) = -\Delta[\text{HI}]/\Delta t$ ,  
 $v(\text{H}_2) = \Delta[\text{H}_2]/\Delta t$ ,  $v(\text{I}_2) = \Delta[\text{I}_2]/\Delta t$ .

34.  $\text{AgHCOO}$ ,  $\text{AgCH}_3\text{COO}$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{AgNO}_3$ ;  
 $\text{Zn}(\text{HCOO})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ;  
 $\text{Fe}(\text{HCOO})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ;  
 $\text{Ti}(\text{HCOO})_4$ ,  $\text{Ti}(\text{CH}_3\text{COO})_4$ ,  $\text{Ti}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{Ti}(\text{NO}_3)_4$
36.  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{LiHSO}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{LiHSO}_3$ ;  
 $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$ ,  $\text{BaSO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$ ;  
 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Al}(\text{HSO}_4)_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$ ,  $\text{Al}(\text{HSO}_3)_3$ ;  
 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$
37.  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{KHCO}_3$ ;  
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ;  
 $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$ ,  $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Al}(\text{HCO}_3)_3$ ;  
 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$
38. a) kalijev hidrogensulfat(VI);  
b) magnezijev dihidrogenfosfat(V);  
c) natrijev hidrogensulfat(IV);  
č) natrijev hidrogensulfid;  
d) natrijev hidrogenkarbonat;  
e) magnezijev hidrogensulfat(VI);  
f) kalcijev dihidrogenfosfat(III);  
g) natrijev hidrogensulfat(VI).
40. a) železov(II) klorid tetrahidrat;  
b) indijev(III) fluorid trihidrat;  
c) bakrov(II) sulfat(VI) pentahidrat;  
č) železov(III) nitrat(V) nonahidrat;  
d) nikljev(II) klorat(VII) heksahidrat;  
e) magnezijev fosfat(V) oktahidrat;  
f) litijev hidroksid oktahidrat;  
g)  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ;  
h)  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  
i)  $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ;  
j)  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  
k)  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ;  
l)  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ;  
m)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  
n)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ;  
o)  $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
5. a)  $\text{HBrO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{BrO}_3^-$ , bromova(V) kislina;  
b)  $\text{HClO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}_2^-$ , klorova(III) kislina;  
c)  $\text{HBrO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{BrO}^-$ , bromova(I) kislina;  
č)  $\text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}_3^-$ , klorova(V) kislina;  
d)  $\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CN}^-$ , cianovodikova kislina;  
e)  $\text{HI} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{I}^-$ , jodovodikova kislina.
6.  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^-$ , hidrogenkarbonatni ion;  
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ , karbonatni ion
7.  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  
dihidrogenfosfatni(V) ion;  
 $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$ ,  
hidrogenfosfatni(V) ion;  
 $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ , fosfatni(V) ion
8. a)  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSeO}_3^-$ ,  
 $\text{HSeO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SeO}_3^{2-}$ ;  
b)  $\text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSeO}_4^-$ ,  
 $\text{HSeO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SeO}_4^{2-}$ .
10. a)  $\text{KOH}(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$   
kalijev ion, hidroksidni ion;  
b)  $\text{Sr}(\text{OH})_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$   
stroncijev ion, hidroksidni ion.
12. b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$ ;  
c)  $(\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+ + \text{OH}^-$ ;  
č)  $(\text{CH}_3)_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_3\text{NH}^+ + \text{OH}^-$ ;  
d)  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}_2^+ + \text{OH}^-$ ;  
e)  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{NH}^+ + \text{OH}^-$
14. Voda reagira kot baza, ko sprejme proton. Voda reagira kot kislina, ko odda proton (vodikov ion).
15. V primeru A reagira voda kot kislina, ker odda proton molekuli  $\text{NH}_3$ . V primeru B reagira voda kot baza, ker sprejme proton od molekule  $\text{HCN}$ .
16. b)  $\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCOO}^-$ ;  
Ion  $\text{HCOO}^-$  je konjugirana baza molekuli  $\text{HCOOH}$ .  
Ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  je konjugirana kislina molekuli  $\text{H}_2\text{O}$ .  
Konj. kisl.-bazna para:  $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$ ;  
c)  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ;  
Ion  $\text{NH}_4^+$  je konjugirana kislina molekuli  $\text{NH}_3$ .  
Ion  $\text{OH}^-$  je konjugirana baza molekuli  $\text{H}_2\text{O}$ .  
Konj. kisl.-bazna para:  $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O} / \text{OH}^-$ ;  
č)  $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$ ;  
Ion  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+$  je konjugirana kislina molekuli  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ .  
Ion  $\text{OH}^-$  je konjugirana baza molekuli  $\text{H}_2\text{O}$ .  
Konj. kisl.-bazna para:  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+ / \text{CH}_3\text{NH}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O} / \text{OH}^-$ ;  
d)  $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^-$ ;  
Ion  $\text{NO}_2^-$  je konjugirana baza molekuli  $\text{HNO}_2$ .  
Ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  je konjugirana kislina molekuli  $\text{H}_2\text{O}$ .  
Konj. kisl.-bazna para:  $\text{HNO}_2 / \text{NO}_2^-$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$ ;  
e)  $\text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}_3^-$ ;  
Ion  $\text{ClO}_3^-$  je konjugirana baza molekuli  $\text{HClO}_3$ .  
Ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  je konjugirana kislina molekuli  $\text{H}_2\text{O}$ .  
Konj. kisl.-bazna para:  $\text{HClO}_3 / \text{ClO}_3^-$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$ .

## 4.2 Protolitske reakcije

1. Kislina je snov, ki odda proton (vodikov ion  $\text{H}^+$ ). Baza je snov, ki sprejme proton (vodikov ion  $\text{H}^+$ ). Protolitska reakcija ali protoliza je reakcija, pri kateri kislini odda proton (vodikov ion  $\text{H}^+$ ) bazi.
2. Za vodne raztopine kislin je značilen oksonijev ion  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Ta ion nastane, ko molekula vode sprejme proton (vodikov ion  $\text{H}^+$ ) od kisline.
4. a)  $\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{F}^-$ , fluoridni ion;  
b)  $\text{HBr} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Br}^-$ , bromidni ion;  
c)  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$ , nitratni(V) ion;  
č)  $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^-$ , nitratni(III) ion;  
d)  $\text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}_4^-$ , kloratni(VII) ion;  
e)  $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{IO}_3^-$ , jodatni(V) ion;  
f)  $\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCOO}^-$ , metanoatni ion.  
V vseh primerih nastane tudi oksonijev ion  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

21. a)  $7,2 \cdot 10^4$  A s; b)  $1,0 \cdot 10^5$  A s; c)  $1,9 \cdot 10^4$  A s;  
 č)  $5,8 \cdot 10^4$  A s; d)  $1,4 \cdot 10^4$  A s; e)  $7,7 \cdot 10^4$  A s;  
 f)  $1,2 \cdot 10^5$  A s.
22.  $\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$ ;  $I = 13,4$  A;  $Q = 9,65 \cdot 10^4$  A s
23.  $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ ;  $I = 7,0$  A;  $Q = 7,6 \cdot 10^4$  A s
24.  $\text{Ca}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ca}$ ;  $n(\text{Ca}) = 0,28$  mol;  $Q = 5,4 \cdot 10^4$  A s
25.  $\text{Ba}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ba}$ ;  $m(\text{Ba}) = 23$  g;  $Q = 3,2 \cdot 10^4$  A s
26.  $\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$ ;  $Q = 1,5 \cdot 10^5$  A s;  $t = 2,6$  h
27. Naboj ionov:  $3+$ ;  $Q = 4,50 \cdot 10^3$  A s
28. Naboj ionov:  $2+$ ;  $Q = 4,80 \cdot 10^3$  A s
29. a)  $\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$ ;  $I = 21,9$  A;  $Q = 1,45 \cdot 10^4$  A s;  
 b)  $\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$ ;  $n = 0,0672$  mol;  $Q = 1,30 \cdot 10^4$  A s;  
 c)  $\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$ ;  $n = 0,311$  mol;  $I = 25,0$  A.
30. a)  $\text{Cr}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Cr}$ ;  $I = 8,04$  A;  $Q = 4,34 \cdot 10^3$  A s;  
 b)  $\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$ ;  $m = 5,47$  g;  $Q = 1,80 \cdot 10^4$  A s;  
 c)  $\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$ ;  $m = 50,3$  g;  $I = 25,0$  A.
31.  $\text{Cd}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cd}$ ;  $m(\text{Cd}) = 3,5$  g;  $Q = 6,0 \cdot 10^3$  A s
32. a) Fluor nastaja na pozitivni elektrodi – anodi z oksidacijo fluoridnih ionov;  
 b)  $2\text{F}^- \rightarrow \text{F}_2 + 2e^-$ ;  $n(\text{F}_2) = 0,518$  mol;  $V(\text{F}_2) = 12,8$  L.
33. a) Natrij nastaja na negativni elektrodi – katodi z redukcijo natrijevih ionov. Klor nastaja na pozitivni elektrodi – anodi z oksidacijo kloridnih ionov;  
 b)  $\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$ ,  $z(\text{Na}) = 1$ ;  $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2e^-$ ;  $z(\text{Cl}_2) = 2$ ;  
 c)  $n(\text{Cl}_2) = 1,50$  mol;  $Q = 2,89 \cdot 10^5$  A s;  $n(\text{Na}) = 3,00$  mol.
34. a) Katoda:  $\text{X}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{X}$ , redukcija;  
 Anoda:  $2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + 4e^-$ , oksidacija;  
 b)  $z(\text{X}) = 2$ ;  $z(\text{O}_2) = 4$ ;  $n(\text{X}) = 1,04$  mol;  $n(\text{O}_2) = 0,518$  mol.
35.  $\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}$ ;  $t = 55$  min;  $Q = 3,9 \cdot 10^4$  A s

## 6. LASTNOSTI ELEMENTOV IN SPOJIN

### 6.1 Področja elementov v periodnem sistemu

- Trditev je pravilna. Vrsto število se ujema s številom protonov v jedru atoma.
- Trditev ni pravilna. Nekateri elementi imajo manjšo relativno atomsko maso kot njihovi predhodniki (npr. jod glede na telur).
- Elementa imata po en elektron v zadnji lupini.
- $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$
- a) Mg, H; b) Ne, Si; c) Au, Fe; č) Eu, U.
- Helij je element »s-področja«, ker ima elektronsko konfiguracijo  $1s^2$  in bi sodil v II. skupino periodnega sistema. V VIII. skupino periodnega sistema ga uvrščamo, ker ima lastnosti žlahtnega plina.
- alkalijske kovine, zemeljskoalkalijske kovine, halogeni, žlahtni plini
- a) Al, Cu, Mg; b) S, H, Cl; c) Si, Ge.

### 6.2 Prehodni elementi in koordinacijske spojine

- a) Č; b) A; c) D; č) C; d) D; e) A; f) B; g) Č; h) Č.
- a)  $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ;  
 b)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$ ;  
 c)  $2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{Si} \rightarrow 3\text{SiO}_2 + 4\text{Cr}$ .
- Uporabljamo ga za elektrolitski nanos na površino predmetov in za izdelavo nerjavnih jekel.
- V formuli koordinacijske spojine je oglati oklepaj.
- a) X, Y, anion; b) W, X, kation; c) B, C, anion;  
 č) Y, W, kation; d) Z, Q, brez naboja.
- a)  $\text{Ce}^{4+}$ ;  $\text{Cl}^-$ ; 6; b)  $\text{Pt}^{4+}$ ;  $\text{NH}_3$ ; 6; c)  $\text{Cd}^{2+}$ ;  $\text{CN}^-$ ; 4;  
 č)  $\text{Ni}^{2+}$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Liganda  $\text{H}_2\text{O}$  in  $\text{NH}_3$  sta (nevtralni) molekuli, liganda  $\text{Cl}^-$  in  $\text{CN}^-$  pa sta (negativna) iona.
- a)  $\text{Mn}^{3+}$ ;  $\text{F}^-$  in  $\text{H}_2\text{O}$ ; 6; b)  $\text{Cr}^{3+}$ ;  $\text{NH}_3$  in  $\text{H}_2\text{O}$ ; 6;  
 c)  $\text{Rh}^{3+}$ ;  $\text{Cl}^-$  in  $\text{H}_2\text{O}$ ; 6.
- b) 1+;  $\text{Ag}^+$ ;  $\text{NH}_3$ ; 2; c) 1–;  $\text{Hg}^{2+}$ ;  $\text{I}^-$ ; 3; č) 2+;  $\text{Cu}^{2+}$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ; 4;  
 d) 3–;  $\text{Co}^{2+}$ ;  $\text{CN}^-$ ; 5; e) 2–;  $\text{W}^{4+}$ ;  $\text{F}^-$ ; 6; f) 3–;  $\text{Mo}^{4+}$ ;  $\text{CN}^-$ ; 7;  
 g) 4–;  $\text{W}^{4+}$ ;  $\text{CN}^-$ ; 8; h) 2+;  $\text{Sr}^{2+}$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ; 9; i) 1–;  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Cl}^-$ ; 4.
- a) linearna; b) tetraedrična; c) kvadratno planarna;  
 č) trikotna; d) oktaedrična.
- a) linearna; b) tetraedrična; c) kvadratno planarna;  
 č) oktaedrična.
- a) fluorido; b) klorido; c) bromido; č) jodido;  
 d) hidroksido; e) cianido; f) akva; g) amin.
- a) Pt; b) Ti; c) Co; č) Os; d) Rh; e) U; f) Fe; g) Ag; h) Au;  
 i) Hg; j) Cu; k) Pb.
- a)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ;  $\text{Ag}^+$ ;  $\text{NH}_3$ ; b)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ;  $\text{Cu}^{2+}$ ;  $\text{NH}_3$ ;  
 c)  $[\text{Ti}(\text{OH})_6]^{3+}$ ;  $\text{Ti}^{3+}$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ; č)  $[\text{Nd}(\text{OH})_2]^{3+}$ ;  $\text{Nd}^{3+}$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
 d)  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ;  $\text{Ag}^+$ ;  $\text{CN}^-$ ; e)  $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$ ;  $\text{Hg}^{2+}$ ;  $\text{CN}^-$ ;  
 f)  $[\text{CuCl}_2]^-$ ;  $\text{Cu}^+$ ;  $\text{Cl}^-$ ; g)  $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ ;  $\text{Pt}^{4+}$ ;  $\text{Cl}^-$ ;  
 h)  $[\text{UF}_7]^{3-}$ ;  $\text{U}^{4+}$ ;  $\text{F}^-$ ; i)  $[\text{Mo}(\text{CN})_8]^{4-}$ ;  $\text{Mo}^{4+}$ ;  $\text{CN}^-$ ;  
 j)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ;  $\text{Co}^{3+}$ ;  $\text{NH}_3$ ; k)  $[\text{Fe}(\text{OH})_6]\text{Br}_3$ ;  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
 l)  $\text{Na}_2[\text{UF}_8]$ ;  $\text{U}^{6+}$ ;  $\text{F}^-$ ; m)  $\text{K}_3[\text{TiBr}_6]$ ;  $\text{Ti}^{3+}$ ;  $\text{Br}^-$ ;  
 n)  $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ ;  $\text{Au}^+$ ;  $\text{CN}^-$ ; o)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ;  $\text{Fe}^{2+}$ ;  $\text{CN}^-$ ;  
 p)  $(\text{NH}_4)_3[\text{ZrF}_7]$ ;  $\text{Zr}^{4+}$ ;  $\text{F}^-$ ; r)  $\text{Na}_2[\text{WF}_6]$ ;  $\text{W}^{4+}$ ;  $\text{F}^-$ ;  
 s)  $\text{Cs}_2[\text{CoCl}_4]$ ;  $\text{Co}^{2+}$ ;  $\text{Cl}^-$ ; š)  $[\text{PtCl}_4(\text{NH}_3)_2]$ ;  $\text{Pt}^{4+}$ ;  $\text{Cl}^-$  in  $\text{NH}_3$ ;  
 t)  $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ ;  $\text{Pt}^{2+}$ ;  $\text{Cl}^-$  in  $\text{NH}_3$ .

### 6.3 Nekatere pomembne kovine

- a) D; b) B; c) A; č) D; d) A; e) B; f) C; g) B; h) A; i) A; j) B.
- a)  $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$ ; b)  $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$ ;  
 c)  $\text{ZnO} + \text{C} \rightarrow \text{Zn} + \text{CO}$ .

### 6.4 Nekatere pomembne anorganske spojine

- a) C; b) D; c) A; č) C; d) Č; e) B; f) C; g) A; h) Č; i) D; j) A;  
 k) B; l) B.
- a) B; b) B; c) Č; č) D; d) B; e) A; f) Č; g) D; h) B; i) B; j) A;  
 k) C; l) C; m) C; n) Č; o) C.

# Periodni sistem elementov

PERIODE

SKUPINE I

1 I  
1,01  
H  
vodik  
+1, -1

2 II  
9,01  
Be  
berilij  
+2

3 III  
22,99  
Na  
natrij  
+1

4 IV  
40,08  
Ca  
kalcij  
+2

5 V  
50,94  
V  
vanadij  
+5, +4, +3, +2

6 VI  
52,00  
Cr  
krom  
+6, +3, +2

7 VII  
54,94  
Mn  
mangan  
+7, +4, +3, +2

8 VIII  
55,85  
Fe  
železo  
+3, +2

9 VIII  
58,93  
Co  
kobalt  
+3, +2

10 VIII  
58,69  
Ni  
nikelj  
+3, +2

11 I  
63,55  
Cu  
bakter  
+2, +1

12 II  
65,38  
Zn  
cink  
+2

13 III  
69,72  
Ga  
galij  
+3

14 IV  
72,64  
Ge  
germanij  
+4, +2

15 V  
74,92  
As  
arzen  
+5, +3, -3

16 VI  
78,96  
Se  
selen  
+6, +4, -2

17 VII  
79,90  
Br  
brom  
+5, +1, -1

18 VIII  
83,80  
Kr  
kripton  
/

## PREHODNI ELEMENTI

106,42  
**Pd**  
46  
paladij  
+4, +2

Relativna atomska masa  
V oklepaju je rel. at. masa  
najbolj stabilnega izotopa

Vrstno število

Najpomembnejša  
oksidacijska števila

**Kovine**  
**Polkovine**  
**Nekovine**

18 VIII  
4,00  
He  
helij  
/

19,00  
F  
fluor  
-1

20,18  
Ne  
neon  
/

35,45  
Cl  
klor  
+7, +5, +3, +1, -1

79,90  
Br  
brom  
+5, +1, -1

131,29  
Xe  
ksenon  
+6, +4, +2

(222,02)  
Rn  
radon  
/

7  
(223,02)  
Fr  
francij  
+1

(226,03)  
Ra  
radij  
+2

(227,03)  
Ac  
aktinij  
+3

(265,12)  
Rf  
raderfordij  
/

(268,13)  
Db  
dubnij  
/

(271,13)  
Sg  
sigbergij  
/

(272,14)  
Bh  
bohrij  
/

(277,15)  
Hs  
hasij  
/

(276,15)  
Mt  
majtnejij  
/

(281,16)  
Ds  
darmštadij  
/

(280,16)  
Rg  
rangeniij  
/

(285,17)  
Cn  
kopernicij  
/

204,38  
Tl  
talij  
+3, +1

207,2  
Pb  
svinec  
+4, +2

208,98  
Bi  
bizmut  
+5, +3

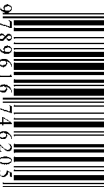
(208,98)  
Po  
polonij  
+4, +2

(209,99)  
At  
astat  
+7, +5, +1, -1

(222,02)  
Rn  
radon  
/

Cl – plinasti elementi  
Br – tekoči elementi  
Ni – trdni elementi

vsii izotopi elementa  
so radioaktivni  
umetno dobljeni  
elementi



AKTINOIDI LANTANOIDI

140,12  
Ce  
cezij  
+4, +3

140,91  
Pr  
prazeodim  
+4, +3

144,24  
Nd  
neodim  
+3

(144,91)  
Pm  
prometij  
+3

150,36  
Sm  
samtrij  
+3, +2

151,96  
Eu  
evropij  
+3, +2

157,25  
Gd  
gadolinij  
+3

158,93  
Tb  
terbij  
+4, +3

162,50  
Dy  
disprozij  
+3

164,93  
Ho  
holmij  
+3

167,26  
Er  
erbij  
+3

168,93  
Tm  
tulij  
+3

173,05  
Yb  
iterbij  
+3, +2

174,97  
Lu  
lutecij  
+3

232,04  
Th  
torij  
+4

231,04  
Pa  
protaktinij  
+5, +4

238,03  
U  
uran  
+6, +5, +4, +3

(237,05)  
Np  
neptunij  
+6, +5, +4, +3

(244,06)  
Pu  
plutonij  
+6, +5, +4, +3

(243,06)  
Am  
americij  
+6, +5, +4, +3

(247,07)  
Cm  
kiriij  
+4, +3

(247,07)  
Bk  
berkelij  
+4, +3

(251,08)  
Cf  
kalifornij  
+3, +2

(252,08)  
Es  
ajnsštajnij  
+3, +2

(257,10)  
Fm  
fermij  
+3, +2

(258,10)  
Md  
mendeljevij  
+3, +2

(259,10)  
No  
nobelij  
+3, +2

(262,11)  
Lr  
lavrencij  
+3