

# **VAJE IZ KEMIJE**

**Zbirka računskih nalog  
za študente Fizikalne merilne tehnike**

**Šolsko leto 2008/2009**

## MERSKE ENOTE

### Osnovne fizikalne veličine SI

(International System of Units, mednarodni sistem merskih enot)

Ime veličine	Oznaka veličine	Ime enote	Oznaka enote
dolžina	$l$	meter	m
masa	$m$	kilogram	kg
čas	$t$	sekunda	s
električni tok	$I$	amper	A
temperatura	$T$	kelvin	K
svetilnost	$I_v$	kandela	cd
množina snovi	$n$	mol	mol

### Izpeljane fizikalne veličine

Ime veličine	Oznaka veličine	Definicijska enačba	Ime enote	Oznaka enote
prostornina	$V$	$V = k \cdot l^3$		$m^3$
gostota	$\rho$	$\rho = \frac{m}{V}$		$\frac{kg}{m^3} = kg \cdot m^{-3}$
hitrost	$v$	$v = \frac{l}{t}$		$\frac{m}{s} = m \cdot s^{-1}$
sila	$F$	$F = m \cdot a$	newton	$N = kg \cdot m \cdot s^{-2}$
tlak	$P$	$P = \frac{F}{S}$	pascal	$Pa = \frac{N}{m^2}$
delo	$A$	$A = F \cdot l$	joule	$J = N \cdot m$
kinetična energija	$W$	$W = \frac{m \cdot v^2}{2}$	joule	$J = N \cdot m$
toplota	$Q$	$Q = m \cdot c_p \cdot T$	joule	$J = kg \cdot \frac{J}{kg \cdot K} \cdot K$
molska masa	$M$	$M = \frac{m}{n}$		$g \cdot mol^{-1}$
število delcev	$N$	$N = n \cdot N_A$		

\* $k$  – konstanta je odvisna od geometrijske oblike telesa  
(npr. za kocko  $k = 1$ )

\*\*Avogadrova konstanta  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$  delcev  $mol^{-1}$

## Izjemno dopustne enote SI

Ime veličine	Oznaka veličine	Ime enote	Oznaka enote	Pomen
prostornina	$V$	liter	L	1 dm <sup>3</sup>
masa	$m$	tona	t	10 <sup>3</sup> kg
čas	$t$	minuta	min	60 s
		ura	ura	3600 s
		dan	d	86400 s
tlak	$p$	bar	bar	10 <sup>5</sup> Pa
energija	$W$	elektronvolt	eV	1,602·10 <sup>-19</sup> J
moč	$P$	voltamper	VA	1 W (watt)
temperatura	$T$	celzijeva stopinja	°C	K
				0°C=273,15 K

## Pogosto uporabljane enote, ki niso v SI

Ime veličine	Oznaka veličine	Ime enote	Oznaka enote	Pomen
dolžina	$l$	Ångstrom	Å	10 <sup>-10</sup> m
		mikron	μ	10 <sup>-6</sup> m
		palec, cola	in.	25,4 mm
sil	$F$	kilopond	kp	9,807 N
tlak	$P$	tehn. atm.	at	98066,5 Pa
		fiz. atm.	atm	101325 Pa
		mm Hg	mm Hg	
		torr	torr	133,322 Pa
		mm H <sub>2</sub> O	mm H <sub>2</sub> O	9,807 Pa
toplota	$Q$	kalorija	cal	4,178 J
množina snovi	$n_E$	ekvivalent	ekv	v kemiji je imel več pomenov

**Delilne in množilne predpone**

<b>Ime</b>	<b>Znak</b>	<b>Pomen</b>	<b>Ime</b>	<b>Znak</b>	<b>Pomen</b>
deka	da	$10^1$	deci	d	$10^{-1}$
hekto	h	$10^2$	centi	c	$10^{-2}$
kilo	k	$10^3$	mili	m	$10^{-3}$
mega	M	$10^6$	mikro	$\mu$	$10^{-6}$
giga	G	$10^9$	nano	n	$10^{-9}$
tera	T	$10^{12}$	piko	p	$10^{-12}$
peta	P	$10^{15}$	femto	f	$10^{-15}$
eksa	E	$10^{18}$	ato	a	$10^{-18}$

**Uporabne zveze**

$$0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$$

$$V_m^{\circ} = 22,41\text{ Lmol}^{-1}\text{ pri }0\text{ }^{\circ}\text{C in }101,3\text{ kPa za vse pline}$$

$$1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa} = 100\text{ kPa}$$

$$1\text{ atm} = 101,3\text{ kPa} = 760\text{ mmHg (torr)}$$

$$1\text{ cal} = 4,184\text{ J}$$

$$1\text{ M} = 1\text{ molL}^{-1}$$

# 1. FORMULE SPOJIN, KEMIJSKA REAKCIJA

## REŠENE RAČUNSKE NALOGE

1. Kakšna množina  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  je v 150,0 g  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ?

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

$$M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = (2 \cdot 55,85 + 3 \cdot 32,06 + 3 \cdot 4 \cdot 16,00) \text{ g mol}^{-1} = 399,88 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)}{M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)} = \frac{150,0 \text{ g}}{399,88 \text{ g mol}^{-1}} = 0,3751 \text{ mol}$$

V 150,0 gramih  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  je 0,3751 mol  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

2. Koliko atomov je v 12,0 mg C?

$$n = \frac{m}{M} \quad N = N_A \cdot n$$

$$N = N_A \cdot \frac{m}{M}$$

$$N(\text{C}) = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot \frac{0,0120 \text{ g}}{12,01 \text{ g mol}^{-1}} = 6,02 \cdot 10^{20} \text{ atomov C}$$

V 12,0 mg ogljika je  $6,02 \cdot 10^{20}$  atomov ogljika.

**3. Kolikšna je povprečna masa enega atoma klora?**

$$n = \frac{m}{M} \quad N = N_A \cdot n$$

$$N = N_A \cdot \frac{m}{M}$$

$$m(\text{Cl}) = \frac{N(\text{Cl})}{N_A} \cdot M(\text{Cl}) = \frac{1}{6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \cdot 35,45 \text{ g mol}^{-1} = 5,890 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

Povprečna masa enega atoma klora je  $5,890 \cdot 10^{-23} \text{ g}$ .

**4. Izračunaj masne deleže posameznih elementov v spojini  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  !**

$$w(X) = \frac{m(X)}{m(XY)}$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286,15 \text{ g mol}^{-1}$$

$$w(\text{Na}) = \frac{2 \cdot M(\text{Na})}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 22,99}{286,15} = 0,1607$$

$$w(\text{C}) = \frac{M(\text{C})}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{12,01}{286,15} = 0,04197$$

$$w(\text{O}) = \frac{13 \cdot M(\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{13 \cdot 16,00}{286,15} = 0,7269$$

$$w(\text{Na}) + w(\text{C}) + w(\text{O}) + w(\text{H}) = 1$$

$$w(\text{H}) = 1 - w(\text{Na}) - w(\text{C}) - w(\text{O}) =$$

$$= 1 - 0,1607 - 0,04197 - 0,7269 = 0,0704$$

Masni delež vodika v  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  lahko seveda izračunamo tudi po zgornji formuli:

$$w(H) = \frac{20 \cdot M(H)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{20 \cdot 1,008}{286,15} = 0,07045$$

5. Določi pravo formulo spojine, če spojina vsebuje 26,68 % C, 71,08 % O, ostalo je vodik. Molska masa spojine je 90,0 g mol<sup>-1</sup>.

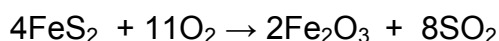
$$\begin{aligned} w(H) + w(O) + w(C) &= 100 \% \\ w(H) &= 100 \% - w(C) - w(O) = \\ &= 100 \% - 26,68 \% - 71,08\% = \\ &= 2,24 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n(C) : n(H) : n(O) &= \frac{m(C)}{A_r(C)} : \frac{m(H)}{A_r(H)} : \frac{m(O)}{A_r(O)} = \\ &= \frac{26,68}{12,01} : \frac{2,24}{1,008} : \frac{71,08}{16,00} = \\ &= 2,222 : 2,222 : 4,443 = \\ &= 1 : 1 : 2 \end{aligned}$$

Enostavna formula spojine je CHO<sub>2</sub> (njena molska masa znaša 45,02 g mol<sup>-1</sup>), prava molska masa spojine pa 90,0 g mol<sup>-1</sup>. Torej je prava formula spojine dvakratna enostavna formula: C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

6. Koliko gramov FeS<sub>2</sub> potrebuješ za nastanek 135,5 g Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pri naslednji reakciji: FeS<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> → Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + SO<sub>2</sub>

Reakcijo najprej uredimo:



$$\frac{n(\text{FeS}_2)}{n(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{4}{2} = \frac{2}{1}$$

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

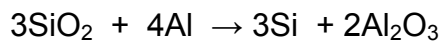
$$\frac{m(\text{FeS}_2) \cdot M(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{FeS}_2) \cdot m(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{2}{1}$$

$$\begin{aligned} m(\text{FeS}_2) &= \frac{2 \cdot M(\text{FeS}_2) \cdot m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \\ &= \frac{2 \cdot 119,97 \text{ g mol}^{-1} \cdot 135,5 \text{ g}}{159,70 \text{ g mol}^{-1}} = \\ &= 203,7 \text{ g} \end{aligned}$$

Za nastanek 135,5 g  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  potrebujemo 203,7 g  $\text{FeS}_2$ .

7. **100,0 g  $\text{SiO}_2$  in 50,0 g Al reagira po enačbi  $\text{SiO}_2 + \text{Al} \rightarrow \text{Si} + \text{Al}_2\text{O}_3$ .  
Koliko gramov in kateri reaktant ostane nezreagiran?  
Koliko gramov silicija nastane?**

Urejena reakcija:



Začetni množini  $\text{SiO}_2$  in Al sta:

$$n_o(\text{SiO}_2) = \frac{m(\text{SiO}_2)}{M(\text{SiO}_2)} = \frac{100,0 \text{ g}}{60,09 \text{ g mol}^{-1}} = 1,664 \text{ mol}$$

$$n_o(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{50,0 \text{ g}}{26,98 \text{ g mol}^{-1}} = 1,85 \text{ mol}$$

Iz reakcije sledi

$$\frac{n(\text{SiO}_2)}{n(\text{Al})} = \frac{3}{4}$$

kar pomeni, da trije moli  $\text{SiO}_2$  popolnoma zreagirajo s štirimi moli Al.

$$n^*(\text{Al}) = \frac{4}{3} \cdot n_o(\text{SiO}_2) = \frac{4}{3} \cdot 1,664 \text{ mol} = 2,218 \text{ mol}$$

kar pomeni, da 1,664 mol  $\text{SiO}_2$  za popolno reakcijo porabi 2,218 mol Al. Na voljo imamo 1,853 mol Al, torej je Al premalo.



$$n^*(\text{SiO}_2) = \frac{3}{4} \cdot n_o(\text{Al}) = \frac{3}{4} \cdot 1,85 \text{ mol} = 1,39 \text{ mol}$$

kar pomeni, da 1,85 mol Al za popolno reakcijo porabi 1,39 mol SiO<sub>2</sub>. Na voljo imamo 1,664 mol SiO<sub>2</sub>, torej nekaj SiO<sub>2</sub> ostane nezreagiranega - v prebitku.

Aluminij ves zreagira, v prebitku ostane SiO<sub>2</sub>.

$$\begin{aligned} n_{\text{preb.}}(\text{SiO}_2) &= n_o(\text{SiO}_2) - n^*(\text{SiO}_2) = \\ &= 1,664 \text{ mol} - 1,39 \text{ mol} = \\ &= 0,274 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{preb.}}(\text{SiO}_2) &= n_{\text{preb.}}(\text{SiO}_2) \cdot M(\text{SiO}_2) = \\ &= 0,274 \text{ mol} \cdot 60,09 \text{ g/mol} = \\ &= 16,2 \text{ g} \end{aligned}$$

Nezreagiranega torej ostane 16,2 g SiO<sub>2</sub>.

Za izračun množine oziroma mase nastalega silicija upoštevamo množinsko razmerje z reaktantom, ki ves zreagira.

$$\frac{n_o(\text{Al})}{n(\text{Si})} = \frac{4}{3} \qquad n(\text{Si}) = \frac{3}{4} \cdot n_o(\text{Al})$$

$$\begin{aligned} m(\text{Si}) &= \frac{3}{4} \cdot n_o(\text{Al}) \cdot M(\text{Si}) = \\ &= \frac{3}{4} \cdot 1,85 \text{ mol} \cdot 28,09 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 39,0 \text{ g} \end{aligned}$$

Iz 100,0 g SiO<sub>2</sub> in 50,0 g Al nastane 39,0 g Si, 16,2 g SiO<sub>2</sub> pa ostane nezreagiranega.

**RAČUNSKÉ NALOGE**

1. Koliko atomov je v 0,500 mol atomov bakra?  
( $3,01 \cdot 10^{23}$ )
2. Kolikšna je masa 0,750 mol  $\text{MgCO}_3$ ?  
(63,2 g)
3. a) Kakšna množina  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  je v 1,00 g spojine?  
(0,00397 mol)  
b) Koliko atomov Cr je v 1,00 g spojine?  
( $4,80 \cdot 10^{21}$ )  
c) Koliko miligramov tehta  $1,80 \cdot 10^{19}$  formulskih enot te spojine?  
(7,50 mg)
4. V kosu železa je  $1,00 \cdot 10^{18}$  atomov. Kolikšna je masa tega železa v mikrogramih?  
(93  $\mu\text{g}$ )
5. Izračunaj masne deleže posameznih elementov v spojini  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ !  
( $w(\text{K}) = 0,266$ ,  $w(\text{Cr}) = 0,353$ ,  $w(\text{O}) = 0,381$ )
6. Določi pravo formulo spojine, ki vsebuje 34,6 % natrija, 23,3 % fosforja in 42,1 % kisika! Relativna molekulska masa spojine je 266,0.  
( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ )
7. Določi formulo spojine, v kateri so nikelj, žveplo in kisik v atomskem razmerju 1 : 1 : 4. Spojina vsebuje še 44,87 % kristalne vode.  
( $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )
8. Določi pravo formulo spojine, v kateri sta dušik in vodik v masnem razmerju 1 : 0,143. Relativna molekulska masa te spojine je 32,0.  
( $\text{N}_2\text{H}_4$ )

9. Določi pravo formulo spojine, ki vsebuje 82,7 % ogljika in 17,3 % vodika.  $5,00 \cdot 10^{18}$  molekul te spojine ima maso 0,482 mg.

(C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)

10. Koliko molekul vode se sprosti pri sušenju 20,0 g CoSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O do konstantne mase?

( $3,00 \cdot 10^{23}$ )

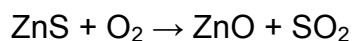
11. Kakšen masni delež kisika vsebuje zmes K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O v množinskem razmerju 7 : 5?

(0,554)

12. 15,0 g plina vodika (H<sub>2</sub>) dodamo  $1,50 \cdot 10^{23}$  molekul vodika in 1,25 mola plina vodika. Kolikšna je skupna masa vodika?

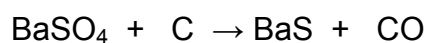
(18,0 g)

13. Uredi kemijsko enačbo in izračunaj, koliko gramov ZnO nastane z oksidacijo 15,0 g ZnS?



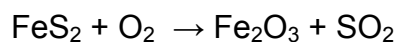
(12,5 g)

14. Koliko gramov BaS nastane pri redukciji 10,0 g BaSO<sub>4</sub> z ogljikom?



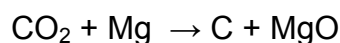
(7,26 g)

15. Koliko kilogramov FeS<sub>2</sub> moramo oksidirati, da dobimo 2,00 kg Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>?



(3,00 kg)

16. Koliko gramov MgO nastane, če reagira 0,440 mol CO<sub>2</sub> in 48,6 g magnezija?



(35,5 g)

17. 10,8 g srebra reagira s  $4,00 \cdot 10^{22}$  molekulami kisika in nastane  $\text{Ag}_2\text{O}$ . Koliko gramov in katerega reaktanta ostane v prebitku?

(1,33 g  $\text{O}_2$ )

## 2. PLINI, PLINSKI ZAKONI

### REŠENE RAČUNSKE NALOGE

1. Kakšna je molska masa plina, če 0,980 g tega plina zavzema pri temperaturi 27 °C in tlaku 97,3 kPa prostornino 627,0 mL?

$$P \cdot M = \frac{m}{V} \cdot R \cdot T$$

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V} = \frac{0,980 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ kPa L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 300 \text{ K}}{97,3 \text{ kPa} \cdot 0,6270 \text{ L}} = 40,1 \text{ g mol}^{-1}$$

Molska masa plina je 40,1 g mol<sup>-1</sup>.

2. Povprečna molska masa plinske zmesi N<sub>2</sub> in CO<sub>2</sub> je 40,4 g mol<sup>-1</sup>. Kakšna sta množinski ter masni delež dušika v plinski zmesi?

$$\bar{M} = X_1 \cdot M_1 + X_2 \cdot M_2$$

$$\bar{M} = X(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) + X(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) \quad X(\text{CO}_2) + X(\text{N}_2) = 1$$

$$\bar{M} = (1 - X(\text{N}_2)) \cdot M(\text{CO}_2) + X(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2)$$

$$X_{\text{N}_2} = \frac{M(\text{CO}_2) - \bar{M}}{M(\text{CO}_2) - M(\text{N}_2)} = \frac{44,0 - 40,4}{44,0 - 28,0} = 0,225$$

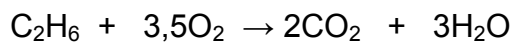
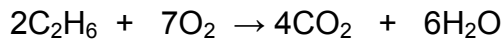
$$w_{\text{N}_2} = X_{\text{N}_2} \cdot \frac{M(\text{N}_2)}{\bar{M}} = 0,225 \cdot \frac{28,0}{40,4} = 0,156$$

V plinski zmesi je množinski delež dušika 0,225, masni pa 0,156.

3. Koliko litrov plinastih produktov pri tlaku 98,2 kPa in temperaturi 150 °C se razvije pri popolnem izgorevanju 10,0 g etana C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>?

Pri popolnem izgorevanju ogljikovodikov nastaneta ogljikov dioksid  $\text{CO}_2$  in voda  $\text{H}_2\text{O}$ .

Reakcija:



Pri temperaturi  $150\text{ }^\circ\text{C}$  in tlaku  $98,2\text{ kPa}$  sta  $\text{CO}_2$  in  $\text{H}_2\text{O}$  v plinastem stanju.

Izhodna množina etana:

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_6)}{M(\text{C}_2\text{H}_6)} = \frac{10,0\text{ g}}{30,1\text{ g mol}^{-1}} = 0,332\text{ mol}$$

Iz reakcije lahko razberemo, da iz enega mola  $\text{C}_2\text{H}_6$  nastaneta 2 mola  $\text{CO}_2$  in 3 moli vode.

$$n(\text{pl. komp.}) = 2\text{ mol} + 3\text{ mol} = 5\text{ mol} \quad \text{za 1 mol } \text{C}_2\text{H}_6$$

$$\frac{n(\text{C}_2\text{H}_6)}{n(\text{pl.komp.})} = \frac{1}{5}$$

$$n(\text{pl.komp.}) = 5 \cdot n(\text{C}_2\text{H}_6) = 5 \cdot 0,332\text{ mol} = 1,665\text{ mol}$$

$$P \cdot V = n(\text{pl.komp.}) \cdot R \cdot T$$

$$V = \frac{n(\text{pl.komp.}) \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1,66\text{ mol} \cdot 8,314\text{ kPa L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 423\text{ K}}{98,2\text{ kPa}} = 59,4\text{ L}$$

Pri popolnem izgorevanju  $10,0\text{ g}$  etana nastane  $59,4\text{ L}$  plinastih produktov pri temperaturi  $150\text{ }^\circ\text{C}$  in tlaku  $98,2\text{ kPa}$ .

- 4. Izračunaj povprečno molsko maso plinske zmesi dušika in helija, ki sta v masnem razmerju 1 : 2,50!**

Izhodni množini obeh plinov:

$$n(N_2) = \frac{1,00 \text{ g}}{28,02 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0357 \text{ mol}$$

$$n(He) = \frac{2,50 \text{ g}}{4,003 \text{ g mol}^{-1}} = 0,6250 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} n &= n(He) + n(N_2) = \\ &= 0,0357 \text{ mol} + 0,625 \text{ mol} = \\ &= 0,661 \text{ mol} \end{aligned}$$

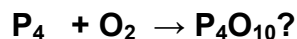
$$X(N_2) = \frac{n(N_2)}{n} = \frac{0,0357}{0,661} = 0,0540$$

$$X(He) = 1 - X(N_2) = 1 - 0,0540 = 0,946$$

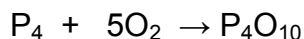
$$\begin{aligned} \bar{M} &= X(He) \cdot Me(He) + X(N_2) \cdot M(N_2) = \\ &= 0,9459 \cdot 4,003 \text{ g mol}^{-1} + 0,0540 \cdot 28,02 \text{ g mol}^{-1} = \\ &= 5,30 \text{ g mol}^{-1} \end{aligned}$$

Povprečna molska masa plinske zmesi helija in dušika je  $5,30 \text{ g mol}^{-1}$ .

5. **Koliko litrov kisika, merjenega pri tlaku 95,2 kPa in temperaturi 20 °C potrebuješ, da zgori 5,10 g fosforja (P<sub>4</sub>) po naslednji enačbi:**



Urejena kemijska reakcija:



Izhodna množina fosforja:

$$n(P_4) = \frac{m(P_4)}{M(P_4)} = \frac{5,10 \text{ g}}{123,88 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0412 \text{ mol}$$

$$\frac{n(P_4)}{n(O_2)} = \frac{1}{5}$$

$$n(\text{O}_2) = 5 \cdot n(\text{P}_4) = 5 \cdot 0,0412 \text{ mol} = 0,206 \text{ mol}$$

$$P \cdot V = n(\text{O}_2) \cdot R \cdot T$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{n(\text{O}_2) \cdot R \cdot T}{P} = \frac{0,206 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ kPa L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 293 \text{ K}}{95,2 \text{ kPa}} = 5,27 \text{ L}$$

Za oksidacijo 5,10 g  $\text{P}_4$  potrebujemo 5,27 L kisika, merjenega pri tlaku 95,2 kPa in temperaturi 20 °C.

### RAČUNSKÉ NALOGE

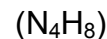
1. Izračunaj gostoto zraka pri temperaturi 22 °C in tlaku 98,5 kPa! Molska masa zraka je 29,0 g/mol!

$$(1,16 \text{ g/L})$$

2. Kakšno prostornino zavzema pri normalnih pogojih  $26,9 \cdot 10^{21}$  molekul plina?

$$(0,998 \text{ L})$$

3. Določi pravo formulo spojine, ki vsebuje 87,5 % dušika in 12,5 % vodika. 32,0 g par te spojine zavzema pri tlaku 172,4 kPa in temperaturi 192 °C prostornino 11,2 L !



4. Tlak plinske zmesi, sestavljene iz 8,8 g ogljikovega dioksida, 2,0 g vodika in 12,8 g kisika, je 73,3 kPa. Izračunaj parcialne tlake posameznih plinskih komponent !

$$p(\text{CO}_2) = 9,2 \text{ kPa};$$

$$p(\text{H}_2) = 45,8 \text{ kPa};$$

$$p(\text{O}_2) = 18,3 \text{ kPa}$$



5. Kakšen je masni delež dušikovega oksida (NO) v plinski zmesi NO in NO<sub>2</sub>, če je parcialni tlak dušikovega oksida 36,0 kPa in dušikovega dioksida 70,0 kPa?  
(25,1%)
6. Povprečna molska masa zmesi neona in kisika je 24,8 g/mol. Koliko gramov kisika vsebuje 12,0 g zmesi?  
(6,0 g)
7. V posodi sta dušik in argon v masnem razmerju 7 : 5. Določi tlak plinske zmesi, če je parcialni tlak argona 33,3 kPa!  
(99,9 kPa)
8. Koliko litrov plinastih produktov nastane pri popolnem izgorevanju 35,0 g butana (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) pri temperaturi 120 °C in tlaku 100,5 kPa?  
Napiši in uredi reakcijo za popolno izgorevanje butana!  
(177 L)
9. Koliko gramov magnezija je reagiralo s prebitno HCl, če je nastalo 5,36 L vodika pri tlaku 95,5 kPa in temperaturi 22 °C?  
$$\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$$
  
(5,07 g)
10. Uredi enačbo reakcije:  $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{SiC} + \text{CO}$  in izračunaj, koliko litrov CO, merjenega pri normalnih pogojih nastane, če zreagira 50,5 g ogljika!  
(62,8 L)
11. Uredi enačbo reakcije:  $\text{B}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{BCl}_3 + \text{HCl}$  in izračunaj, koliko litrov klora, merjenega pri temperaturi 55,0 °C in tlaku 88,6 kPa, potrebuješ za reakcijo z 0,828 g B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> !  
(5,54 L)
12. Uredi enačbo reakcije:  $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  in izračunaj, koliko

gramov in katerega reaktanta ostane nezreagiranega, če 348 g butana ( $C_4H_{10}$ ) reagira z  $1,20\text{ m}^3$  kisika merjenega pri normalnih pogojih!

(467 g  $O_2$ )

**13.** Plinska zmes dušikovega oksida (NO) in argona vsebuje 10,0 % argona (masni delež). Koliko tehta 1,0 l te zmesi pri tlaku 81,0 kPa in temperaturi  $32\text{ }^\circ\text{C}$ ?

(0,983 g)

**14.** Kolikokrat je večja masa 2,00 L plina z molsko maso 30,0 g/mol od 5,00 L vodika pri enakih zunanjih pogojih?

(6 krat)

### 3. RAZTOPINE

#### REŠENE RAČUNSKÉ NALOGE

1. Koliko gramov  $\text{CaCl}_2$  moramo zatehtati za pripravo 250 mL 0,35 M raztopine?

$$c(\text{CaCl}_2) = \frac{n(\text{CaCl}_2)}{V}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = c(\text{CaCl}_2) \cdot V = 0,35 \text{ mol L}^{-1} \cdot 0,250 \text{ L} = 0,088 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = M(\text{CaCl}_2) \cdot n(\text{CaCl}_2) = 0,088 \text{ mol} \cdot 110,98 \text{ g mol}^{-1} = 9,8 \text{ g}$$

Za pripravo 250 mL 0,35 M  $\text{CaCl}_2$  potrebujemo 9,8 g  $\text{CaCl}_2$ .

2. Masni delež  $\text{NaCl}$  v raztopini je 0,0563. Gostota raztopine pri 18 °C je 1,040  $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . Kakšna je molarost dobljene raztopine?

$$c(X) \cdot M(X) = w(X) \cdot \rho$$

$$c(\text{NaCl}) = \frac{\rho \cdot w(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{1040 \text{ g L}^{-1} \cdot 0,0563}{58,44 \text{ g mol}^{-1}} = 1,00 \text{ mol L}^{-1}$$

Raztopina je 1,00 M  $\text{NaCl}$ .

3. Koliko procentno raztopino dobiš, če zmešaš 25,0 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  in 100,0 g vode?

$$w(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_r}$$

Topljenec je  $\text{CuSO}_4$  - brezvodna sol, zato moramo maso  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  preračunati na brezvodno sol.

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \quad n = \frac{m}{M}$$

$$\frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{25,0 \text{ g} \cdot 159,61 \text{ g mol}^{-1}}{249,69 \text{ g mol}^{-1}} = 16,0 \text{ g}$$

$$m_r = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 25,0 \text{ g} + 100,0 \text{ g} = 125,0 \text{ g}$$

$$w(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_r} = \frac{16,0 \text{ g}}{125,0 \text{ g}} = 0,128$$

Če zmešamo 25,0 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  in 100,0 g vode dobimo 12,8 %  $\text{CuSO}_4$ .

4. **Koliko mililitrov 20,0 % NaOH z gostoto  $1,219 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  ( $T=20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) potrebuješ za pripravo 250 mL 1,50 M NaOH ? Koliko procentna je raztopina, če je gostota 1,50 M raztopine  $1,060 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  pri temperaturi  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ?**

Masa NaOH, ki jo potrebuješ za pripravo 250 mL 1,50 M raztopine, je:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V} = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH}) \cdot V}$$

$$m(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) \cdot V = 1,50 \text{ mol L}^{-1} \cdot 40,00 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,250 \text{ L} = 15,0 \text{ g}$$

Masa 20,0% NaOH, v kateri je 15,0 g čistega NaOH pa je:

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_r}$$

$$m_r = \frac{m(\text{NaOH})}{w(\text{NaOH})} = \frac{15,0 \text{ g}}{0,200} = 75,0 \text{ g}$$

$$V = \frac{m_r}{\rho} = \frac{75,0 \text{ g}}{1,219 \text{ g mL}^{-1}} = 61,5 \text{ mL} \quad 20,0\% \text{ razt.}$$

Procentnost izračunamo iz formule:

$$c(X) \cdot M(X) = w(X) \cdot \rho$$

$$w(\text{NaOH}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH})}{\rho} = \frac{1,50 \text{ mol L}^{-1} \cdot 40,00 \text{ g mol}^{-1}}{1060 \text{ g L}^{-1}} = 0,0566 = 5,66 \%$$

Za pripravo 250 mL 1,50 M NaOH potrebuješ 61,5 mL 20,0 % NaOH. Dobljena raztopina je 5,66 % NaOH.

5. **Koliko gramov vode moraš dodati k 500 mL 20,0% NaOH z gostoto 1,219 g·mL<sup>-1</sup> (T=20 °C), da dobiš 2,03 M raztopino NaOH z gostoto 1,085 g·mL<sup>-1</sup>?**

Najprej izračunamo masni delež NaOH v končni raztopini, to je v 2,03 M NaOH:

$$w_2(\text{NaOH}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH})}{\rho} = \frac{2,03 \text{ mol L}^{-1} \cdot 40,00 \text{ g mol}^{-1}}{1085 \text{ g L}^{-1}} = 0,0748$$

Masna bilanca raztopin:

$$m_2 = m_1 + m(\text{H}_2\text{O})$$

$m_1$ : masa 20,0% NaOH

$m_2$ : masa končne (2,03 M) razt. NaOH

Masna bilanca topljenca:

$$m_1 \cdot w_1 = m_2 \cdot w_2$$

$$m_1 \cdot w_1 = (m_1 + m(\text{H}_2\text{O})) \cdot w_2$$

$$m_1 = V_1 \cdot \rho_1$$

Neznanka je masa vode  $m(\text{H}_2\text{O})$ :

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{m_1 \cdot w_1 - m_1 \cdot w_2}{w_2} = \frac{V_1 \cdot \rho_1 \cdot (w_1 - w_2)}{w_2} = \\ &= \frac{500 \text{ mL} \cdot 1,219 \text{ g mL}^{-1} \cdot (0,200 - 0,0748)}{0,0748} = \\ &= 1020 \text{ g} \end{aligned}$$

Doliti moramo 1020 g vode.

**6. Koliko procentno raztopino dobiš, če zmešaš skupaj 300 mL 7,50 % NaOH z gostoto 1,080 g·mL<sup>-1</sup> in 100 g 20,0 % NaOH?**

Masna bilanca za raztopine:

$$m_{r3} = m_{r1} + m_{r2}$$

$m_{r1}$ : masa 7,5% raztopine

$m_{r2}$ : masa 20,0 % raztopine

$m_{r3}$ : masa končne raztopine

Masna bilanca za topljenec:

$$m_3(\text{NaOH}) = m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})$$

$m_1(\text{NaOH})$ : masa NaOH v 7,5 % razt.

$m_2(\text{NaOH})$ : masa NaOH v 20,0 % razt.

$m_3(\text{NaOH})$ : masa NaOH v končni raztopini

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_r} \Rightarrow m(\text{NaOH}) = w(\text{NaOH}) \cdot m_r$$

Tako dobimo enačbo:

$$w_3(\text{NaOH}) \cdot m_{r3} = w_1(\text{NaOH}) \cdot m_{r1} + w_2(\text{NaOH}) \cdot m_{r2}$$

Maso končne raztopine dobimo iz masne bilance za raztopine, če upoštevamo še podatek za gostoto za prvo raztopno, dobimo:

$$m_{r1} = \rho_1 \cdot V_1$$

$$m_{r3} = m_{r1} + m_{r2} = \rho_1 \cdot V_1 + m_{r2}$$

Končna enačba ima obliko:

$$w_3(\text{NaOH}) \cdot (\rho_1 \cdot V_1 + m_{r2}) = w_1(\text{NaOH}) \cdot \rho_1 \cdot V_1 + w_2(\text{NaOH}) \cdot m_{r2}$$

$$\begin{aligned} w_3(\text{NaOH}) &= \frac{w_1(\text{NaOH}) \cdot \rho_1 \cdot V_1 + w_2(\text{NaOH}) \cdot m_{r2}}{\rho_1 \cdot V_1 + m_{r2}} = \\ &= \frac{0,0750 \cdot 1,080 \text{ g mL}^{-1} \cdot 300 \text{ mL} + 0,200 \cdot 100 \text{ g}}{1,080 \text{ g mL}^{-1} \cdot 300 \text{ mL} + 100 \text{ g}} = 0,104 \end{aligned}$$

Pri mešanju 300 mL 7,50 % NaOH in 100 g 20,0 % NaOH dobimo 10,4 % NaOH.

**RAČUNSKÉ NALOGE**

1. Koliko gramov  $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  potrebuješ za pripravo 200 g 8,0 %  $\text{NaBr}$ ?  
(21,6 g)
2. Izračunaj masni delež  $\text{NaCl}$  v raztopini, če raztopiš 16 g trdnega  $\text{NaCl}$  v 125 g vode!  
(0,113)
3. Koliko procentno raztopino  $\text{HNO}_3$  dobiš, če k 500 mL 32,0 %  $\text{HNO}_3$  z gostoto  $1,20 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  ( $T=20^\circ\text{C}$ ) doliješ 1,50 L vode?  
(9,14 %)
4. Koliko gramov  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  je raztopljenega v 3,00 L 6,00 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? Gostota raztopine pri  $20^\circ\text{C}$  je  $1,061 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ .  
(515 g)
5. V 500 mL raztopine je raztopljenih 25,0 mg  $\text{NaCl}$ . Koliko molarna je raztopina?  
( $8,55 \cdot 10^{-4} \text{ M NaCl}$ )
6. 30,0 % raztopina  $\text{NaOH}$  ima pri temperaturi  $20^\circ\text{C}$  gostoto  $1,329 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . Koliko molarna je ta raztopina?  
(9,96 M  $\text{NaOH}$ )
7. Izračunaj molarnost raztopine, ki vsebuje 23,0 g  $\text{NaOH}$  v 750 mL raztopine!  
(0,767 M  $\text{NaOH}$ )
8. Koliko mililitrov vode moraš dodati k 55,0 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , da dobiš 10,0 % raztopino  $\text{CuSO}_4$ ?  
(297 mL)
9. Koliko mililitrov 30,0 %  $\text{NaOH}$  z gostoto  $1,328 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  ( $T=20^\circ\text{C}$ ) moraš dodati k 150 mL 10,5 %  $\text{NaOH}$  z gostoto  $1,114 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  ( $T=20^\circ\text{C}$ ), da dobiš 14,0 % raztopino?  
(27,5 mL)
10. Koliko natrijevih atomov je v 50 mg 0,30 % raztopine  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ?  
( $8,1 \cdot 10^{17}$ )

11. 12,3 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  raztopiš v 87,7 g vode. Gostota dobljene raztopine pri  $20^\circ\text{C}$  je  $1,060 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Koliko molarna je raztopina?  
(0,530 M  $\text{MgSO}_4$ )
12. Koliko mililitrov 12,0 % raztopine  $\text{KCl}$  z gostoto  $1,076 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  ( $T=20^\circ\text{C}$ ) potrebuješ za pripravo dveh litrov 0,0600 M raztopine?  
(69,3 mL)
13. K 100 mL 20,0 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  z gostoto  $1,219 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  ( $T=20^\circ\text{C}$ ) doliješ 400 mL vode. Dobljena raztopina ima gostoto  $1,105 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  ( $T=20^\circ\text{C}$ ). Koliko procentna in koliko molarna je raztopina?  
(4,67%; 0,527 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
14. Koliko vode moraš odpariti iz 300 g 10,0 % raztopine  $\text{KCl}$ , da dobiš 15,0 % raztopino?  
(100 g vode)
15. Koliko gramov  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  potrebuješ za pripravo 2,00 litrov 0,400 M  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ?  
(379 g)
16. Koliko mililitrov 96,0% raztopine  $\text{H}_2\text{SO}_4$  z gostoto  $1,840 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  ( $T=20^\circ\text{C}$ ) potrebuješ za pripravo 250 mL 1,55 M raztopine  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?  
(21,5 mL)
17. Na kakšno prostornino moraš razredčiti 100 mL 15,0 %  $\text{NaCl}$  z gostoto  $1,100 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  ( $T=20^\circ\text{C}$ ), da dobiš 1,00 M  $\text{NaCl}$ ?  
(282 mL)
18. V 500 mL vode uvedeš 10,0 L plina  $\text{HCl}$  merjenega pri temperaturi  $27^\circ\text{C}$  in tlaku 100,0 kPa. Izračunaj molarost dobljene raztopine, če predpostaviš, da se prostornina vode zaradi uvajanja plina ne spremeni!  
(0,80 M  $\text{HCl}$ )

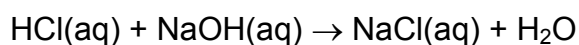


#### 4. VAJA KISLINE, BAZE, SOLI, TITRACIJA

##### REŠENI RAČUNSKI NALOGI

1. Pri titraciji 25,0 mL raztopine HCl porabimo 16,1 mL 0,995 M raztopine NaOH. Koliko je molarnost raztopine HCl?

Reakcija nevtralizacije:



Množina porabljenega NaOH:

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 0,995 \text{ mol L}^{-1} \cdot 0,0161 \text{ L} = 0,0160 \text{ mol}$$

Množinsko razmerje med obema reaktantoma:

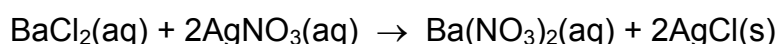
$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) \Rightarrow n(\text{HCl}) = 0,0160 \text{ mol}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{HCl})} = \frac{0,0160 \text{ mol}}{0,0250 \text{ L}} = 0,640 \text{ mol L}^{-1}$$

Raztopina je 0,640 M HCl.

2. V 250 mL merilni bučki raztopimo 15,00 gramov BaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O. 15,00 mL te raztopine odpipetiramo v erlenmajerico in jo titriramo z 0,100 M raztopino srebrovega nitrata(V). Koliko te raztopine porabimo pri titraciji?

Reakcija poteka, ker nastaja slabo topen srebrov klorid:



$$n(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{n(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{M(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} = \frac{15,00 \text{ g}}{244,23 \text{ g mol}^{-1}} = 0,06142 \text{ mol}$$

$$n(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = n(\text{BaCl}_2) \Rightarrow n(\text{BaCl}_2) = 0,06142 \text{ mol}$$

$$c(\text{BaCl}_2) = \frac{n(\text{BaCl}_2)}{V} = \frac{0,06142 \text{ mol}}{0,250 \text{ L}} = 0,246 \text{ mol L}^{-1}$$

Iz reakcije je razmerje množin:

$$n(\text{BaCl}_2) : n(\text{AgNO}_3) = 1 : 2 \Rightarrow 2 \cdot n(\text{BaCl}_2) = n(\text{AgNO}_3)$$

Sledi:

$$2 \cdot c(\text{BaCl}_2) \cdot V(\text{BaCl}_2) = c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3)$$

$$V(\text{AgNO}_3) = \frac{2 \cdot c(\text{BaCl}_2) \cdot V(\text{BaCl}_2)}{c(\text{AgNO}_3)} = \frac{2 \cdot 0,246 \text{ mol L}^{-1} \cdot 15,00 \text{ mL}}{0,100 \text{ mol L}^{-1}} = 73,8 \text{ mL}$$

Pri titraciji porabimo 73,8 mL 0,100 M raztopine BaCl<sub>2</sub>.

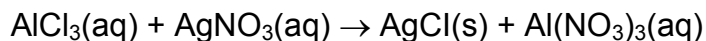
## RAČUNSKÉ NALOGE

1. Kateri pari elektrolitov zreagirajo? Napiši in uredi enačbe reakcij, ki potečejo. V razpredenico napiši produkt, ki je vzrok reakcije?

	FeSO <sub>4</sub>	AgNO <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub>	NaOH	CaCl <sub>2</sub>
HCl					
NaOH					
KNO <sub>3</sub>					
Na <sub>2</sub> S					
NH <sub>4</sub> Cl					

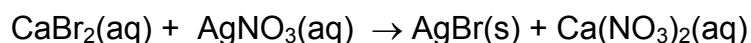
2. Kakšna je koncentracija raztopine KOH, če za titracijo 25,0 mL te raztopine porabimo 16,2 mL 0,0985 M raztopine HCl?  
(0,0638 molL<sup>-1</sup>)
3. Koliko litrov amoniaka pri tlaku 98,0 kPa in temperaturi 20 °C moramo uvesti v 2,00 L 0,105 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, da nevtraliziramo vso kislino?  
(10,2 L)
4. Koliko trdnega KOH moramo dodati k 315 g 7,2% raztopine H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, da nevtraliziramo kislino?  
(39,0 g)
5. Kakšna je koncentracija raztopine Ca(OH)<sub>2</sub>, če za nevtralizacijo 50,0 mL te raztopine porabimo pri titraciji 10,2 mL 0,0985 M HCl?  
(0,0100 molL<sup>-1</sup>)
6. Vzamemo 10,0 mL raztopine H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> neznanе koncentracije in jo razredčimo v merilni bučki na 500 mL. Odpipetiramo 25,0 mL in titriramo raztopino s 0,0104 M raztopino NaOH, katere porabimo 11,3 mL. Kakšna je bila začetna koncentracija raztopine H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?  
(0,118 molL<sup>-1</sup>)
7. Koliko mL 1,00 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> potrebujemo za nevtralizacijo zmesi 100,0 mL 0,100 M raztopine Ba(OH)<sub>2</sub> in 200 mL 0,100 M raztopine NaOH?  
(20,0 mL)
8. Za reakcijo z zmesjo NaCl in NaHCO<sub>3</sub> porabimo 55,0 mL 0,115 M HCl. Kakšen je masni delež NaHCO<sub>3</sub> v zmesi, če je masa zmesi 0,70 g?  
NaHCO<sub>3</sub>(aq) + HCl(aq) → NaCl(aq) + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>(g)  
(0,759)
9. Vzorec, ki vsebuje kalcijev klorid, raztopimo v merilni bučki s prostornino 500 mL, odpipetiramo 20,0 mL in titriramo z 0,100 M raztopino AgNO<sub>3</sub>, katere porabimo 24,5 mL. Koliko gramov CaCl<sub>2</sub> vsebuje vzorec? Uredi enačbo!  
CaCl<sub>2</sub>(aq) + AgNO<sub>3</sub>(aq) → AgCl(s) + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(aq)  
(3,40 g)

10. Trdno snov (10,000 g), ki vsebuje aluminijev klorid, raztopimo v destilirani vodi, razredčimo na 1 L in odpipetiramo 10,0 mL. Raztopino titriramo z 0,102 M raztopino  $\text{AgNO}_3$  in porabimo 12,1 mL. Koliko procentov  $\text{AlCl}_3$  vsebuje trdna snov? Uredi enačbo:



(54,9 %)

11. Koliko gramov  $\text{CaBr}_2$  vsebuje vzorec, katerega smo raztopili v vodi in pri titraciji porabili 6,15 mL 0,100 M raztopine  $\text{AgNO}_3$ ? Uredi reakcijo!



(61,5 mg)

12. Koliko litrov 4,00 % raztopine  $\text{KOH}$ , ki ima gostoto  $1,035 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , potrebujemo za nevtralizacijo 1,50 L 0,750 M raztopine  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

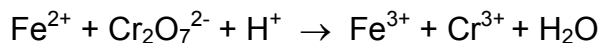
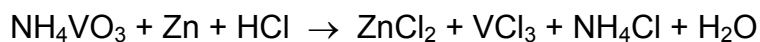
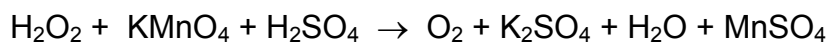
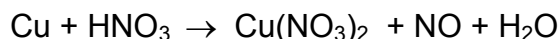
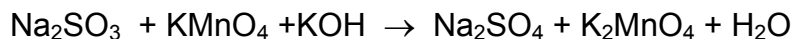
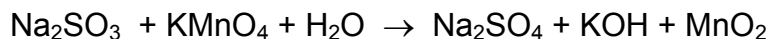
(3,05 L)

13. V 250 mL merilno bučko naliješ 30,0 mL 9,10 % raztopine  $\text{H}_2\text{SO}_4$  z gostoto  $1,080 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Dopolniš z vodo do oznake in v erlenmajerico odpipetiraš 25,0 mL dobljene raztopine. Pri titraciji porabiš 17,3 mL raztopine  $\text{NaOH}$ . Kakšna je masna koncentracija raztopine  $\text{NaOH}$ ?

(13,9  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )

**5. VAJA REAKCIJE OKSIDACIJE IN REDUKCIJE****RAČUNSKÉ NALOGE**

1. Uredi enačbe reakcij:



2. Koliko litrov in katerega plina, nastane pri reakciji 10,2 g Zn s prebitno količino 1,0 M žveplove(VI) kisline? Prostornino plina merimo pri tlaku 98,0 kPa in temperaturi 22 °C. Napiši enačbo reakcije!

(3,90 L)

3. Koliko litrov in katerega plina nastane pri normalnih pogojih pri raztapljanju 15,0 g Cu v koncentrirani H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>? Napiši enačbo reakcije!

(5,29 L)

4. Koliko litrov klora pri temperaturi 25 °C in tlaku 100 kPa nastane pri reakciji 200 mL 36 % raztopine HCl z gostoto 1,18 g·mL<sup>-1</sup> s prebitkom raztopine K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>? Produkti reakcije so še CrCl<sub>3</sub>, KCl in H<sub>2</sub>O. Napiši enačbo reakcije!

(12,4 L)

5. Koliko mililitrov 61 % raztopine HNO<sub>3</sub> z gostoto 1,36 g·mL<sup>-1</sup> je potrebno, da dobimo 10,0 L plina NO pri 30 °C in tlaku 101,3 kPa, z raztapljanjem bakra?

(122 mL)

6. Vzorec, ki vsebuje železo, smo raztopili v prebitni raztopini HCl, razredčili z vodo na 250 mL in odpipetirali 20,0 mL in titrali z 0,02 M raztopino KMnO<sub>4</sub>. Pri titraciji smo porabili 12,1 mL te raztopine. Koliko železa je v vzorcu?

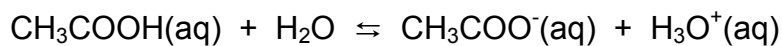
(0,844 g)

## 6.VAJA RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH

### REŠENI RAČUNSKI NALOGI

1. Kakšna je stopnja protolize 0,00500 M raztopine očetne kisline, ki ima pH 3,50?

Protolitska reakcija:



Koncentracijo oksonijevih ionov izračunamo iz pH:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

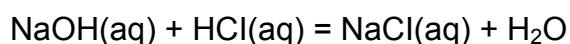
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,50} = 3,16 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\alpha = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{3,16 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}}{0,00500 \text{ mol L}^{-1}} = 0,0632$$

Stopnja protolize v 0,00500 M raztopini očetne kisline je 0,0632.

2. Kakšen je pH raztopine, ki jo dobiš z mešanjem 25,0 mL 0,0100 M raztopine NaOH in 30,0 mL 0,00500 M raztopine HCl? Predpostavi aditivnost prostornin!

Reakcija:



$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 0,0100 \text{ mol L}^{-1} \cdot 0,0250 \text{ L} = 0,000250 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,00500 \text{ mol L}^{-1} \cdot 0,0300 \text{ L} = 0,000150 \text{ mol}$$

Ugotoviti moramo kateri izmed reaktantov je v prebitku. Ker je množinsko razmerje med NaOH in HCl 1:1, lahko vidimo, da 0,00015 mol HCl porabi 0,00015 mol NaOH. V prebitku je torej NaOH.

$$n(\text{NaOH})_{\text{preb.}} = 0,000250 \text{ mol} - 0,000150 \text{ mol} = 0,000100 \text{ mol}$$

Raztopina bo zaradi prebitnega NaOH alkalna.

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V} = \frac{0,000100 \text{ mol}}{0,0550 \text{ L}} = 0,00182 \text{ mol L}^{-1}$$

Ker je hidroksid v prebitku, najprej izračunamo pOH:

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(0,00182) = 2,74$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11,26$$

Po mešanju je pH končne raztopine 11,26 - raztopina je bazična.

### RAČUNSKE NALOGE

1. Izračunaj pH
  - a) 0,00100 M HCl, predpostavi popolno protolizo (3,00)
  - b) 0,00100 M HCOOH,  $\alpha = 0,12$  (3,92)
  - c) 0,00100 M NaOH, popolna disociacija (11,00)
  - d) 0,00100 M NH<sub>3</sub>,  $\alpha = 0,091$  (9,96)
  
2. Kolikšen je pH raztopine, ki vsebuje v enem litru raztopine
  - a)  $2,00 \cdot 10^{20}$  H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ionov (3,48)
  - b)  $2,00 \cdot 10^{13}$  H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ionov (10,48)
  - c)  $2,00 \cdot 10^{19}$  OH<sup>-</sup> ionov (9,52)
  - d)  $2,00 \cdot 10^{12}$  OH<sup>-</sup> ionov (2,52)
  
3. Kolikšen je pH raztopine če:
  - a) 2,00 mL 10% HNO<sub>3</sub> z gostoto 1,08 g·mL<sup>-1</sup> razredčimo na 500 mL (2,16)
  - b) 1,00 g NaOH raztopimo v 10,0 L vode (11,40)
  - c) 10,0 L plinastega HCl pri normalnih pogojih uvedemo v 10,0 L vode (1,35)
  - d) v 1,00 L 0,100 M HCl dodamo 3,80 g NaOH (2,30)
  - e) 2,00 L 0,0100 M NaOH dodamo 500 mL 0,0450 M HCl (3,00)

4. Kolikšna je stopnja protolize klorovodikove kisline, če je v 0,0253 M raztopini koncentracija oksonijevih ionov  $0,0223 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ?
- (0,881)
5. Koliko hidroksidnih ionov je v 1 mL raztopine amoniaka, ki ima koncentracijo  $2,00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  in stopnjo protolize 0,0028?
- ( $3,37\cdot 10^{18}$ )
6. Izračunaj stopnjo protolize 0,050 M raztopine  $\text{HNO}_2$ , če je koncentracija oksonijevih ionov  $4,0\cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- (0,080)



**PERIODNI SISTEM ELEMENTOV**

1 <b>H</b> 1,008																	2 <b>He</b> 4,003
3 <b>Li</b> 6,941	4 <b>Be</b> 9,012	vrstno število <b>simbol</b> relativna atomska masa										5 <b>B</b> 10,81	6 <b>C</b> 12,01	7 <b>N</b> 14,01	8 <b>O</b> 16,00	9 <b>F</b> 19,00	10 <b>Ne</b> 20,18
11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31											13 <b>Al</b> 26,98	14 <b>Si</b> 28,09	15 <b>P</b> 30,97	16 <b>S</b> 32,06	17 <b>Cl</b> 35,45	18 <b>Ar</b> 39,95
19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,90	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 52,00	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,70	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,59	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,96	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,80
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,94	43 <b>Tc</b> (97)	44 <b>Ru</b> 101,1	45 <b>Rh</b> 102,9	46 <b>Pd</b> 106,4	47 <b>Ag</b> 107,9	48 <b>Cd</b> 112,4	49 <b>In</b> 114,8	50 <b>Sn</b> 118,7	51 <b>Sb</b> 121,8	52 <b>Te</b> 127,6	53 <b>I</b> 126,9	54 <b>Xe</b> 131,3
55 <b>Cs</b> 132,9	56 <b>Ba</b> 137,3	57 <b>La</b> 138,9	72 <b>Hf</b> 178,5	73 <b>Ta</b> 180,9	74 <b>W</b> 183,9	75 <b>Re</b> 186,2	76 <b>Os</b> 190,2	77 <b>Ir</b> 192,2	78 <b>Pt</b> 195,1	79 <b>Au</b> 197,0	80 <b>Hg</b> 200,6	81 <b>Tl</b> 204,4	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 209,0	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89 <b>Ac</b> (227)	104 <b>Db</b>	105 <b>Jl</b>	106 <b>Rf</b>	107 <b>Bh</b>	108 <b>Hn</b>	109 <b>Mt</b>	110	111							

58 <b>Ce</b> 140,1	59 <b>Pr</b> 140,9	60 <b>Nd</b> 144,2	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150,4	63 <b>Eu</b> 152,0	64 <b>Gd</b> 157,3	65 <b>Tb</b> 158,9	66 <b>Dy</b> 162,5	67 <b>Ho</b> 164,9	68 <b>Er</b> 167,3	69 <b>Tm</b> 168,9	70 <b>Yb</b> 173,0	71 <b>Lu</b> 175,0
90 <b>Th</b> 232,0	91 <b>Pa</b> (231)	92 <b>U</b> 238,0	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (254)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (260)

Relativne atomske mase so podane na štiri veljavne številke.

V oklepajih so podana masna števila najbolj razširjenih in najbolj stabilnih izotopov radioaktivnih elementov.