

SVET KEMIJE

Andrej Smrdu

**KEMIJO RAZUMEM
IZRAČUNATI ZNAM**

**Naloge za sklop
KEMIJSKO RAČUNSTVO
v programu KEMIJSKI TEHNIK**

SVET KEMIJE

Andrej Smrdu

KEMIJO RAZUMEM, IZRAČUNATI ZNAM

Naloge za sklop KEMIJSKO RAČUNSTVO v programu KEMIJSKI TEHNIK

Strokovni pregled: Mojca Drofenik Čerček

Likovno-tehnična urednica: Karmen S. Žnidaršič

Stavek in oprema: ONZ Jutro, Julijan Kodrič

Izdalo in založilo: Založništvo Jutro, © Jutro d.o.o., Ljubljana

Tisk 500 izvodov, 2015

Literatura:

Brown, T. L.; LeMay, H. E.; Bursten, B. E.; Murphy, C. J.; Woodward, P. M.: Chemistry: the central science, 12. izd., Prentice Hall, Boston, 2012.

Ebbing, D. D.; Gammon, S. D.: General Chemistry, Houghton Mifflin Co., Boston, 2009.

Gorenc, D.; Gorenc, B.; Gomišček, S.: Analizna kemija: Gravimetrična in volumetrična analiza; Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1991.

Lide, D. R., ed.: CRC Handbook of Chemistry and Physics, 90. izd., CD-ROM verzija 2010, CRC Press/Taylor and Francis, Boca Raton, 2010.

Potsma J. M.; Roberts, J. M.; Hollenberg, J. L.: Chemistry in the Laboratory, 7. izd., W. H. Freeman and company, New York, 2010.

Skoog, D. A.; West, D. M.; Holler, F. J.; Crouch, S. R.: Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks/Cole, Belmont, 2014.

Smrdu, A.; Kemijo razumem, kemijo znam 1, Jutro, Ljubljana, 2015.

Sodja-Božič, J.: Kemijsko računanje: Zbirka nalog, Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1991.

Sodja-Božič, J.: Laboratorijska tehnika, Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1990.

Vilhelm, M.; Zadnik, I.: Praktični pouk 2, Jutro, Ljubljana, 2005.

The Merck index, 15. izd, Merck & Co., Inc., Rahway, 2013.

Zumdahl, S. S.; Zumdahl, S. A.: Chemistry, 9. izd., Brooks/Cole, Belmont, 2014.

physics.nist.gov

www.chembuddy.com

www.handymath.com

www.iupac.org

www.komunala-kranj.si

www.titrations.info

www.vo-ka.si

www.webelements.com

www.wikipedia.com

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

54(075.3)(076.1)

SMRDU, Andrej

Kemijo razumem, izračunati znam : naloge za sklop Kemijsko računstvo v programu Kemijski tehnik / Andrej Smrdu. - Ljubljana : Jutro, 2015. - (Svet kemije / Jutro)

ISBN 978-961-6746-90-8
278233600

© Vse pravice pridržane.

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

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 • www.jutro.si

VSEBINA

1. FIZIKALNE VELIČINE IN NJIHOVE ENOTE	5	4. VOLUMETRIČNA (TITRIMETRIČNA) ANALIZA	87
1.1 SI sistem fizikalnih veličin.	6	4.1 Nevtralizacijska titracija.	88
1.2 Pretvarjanje enot	8	4.2 Redoks (redukcijsko-oksidacijska) titracija .98	
1.3 Veljavne (zanesljive) številke	20	4.3 Obarjalna titracija	112
1.4 Relativna atomska masa	23	4.4 Kompleksometrična titracija	120
1.5 Relativna molekulska masa	24		
1.6 Molska masa	26	5. GRAVIMETRIČNA ANALIZA	129
1.7 Izračun množine snovi	27	5.1 Obarjalne metode gravimetrične analize .	130
1.8 Razmerje množin	33		
1.9 Prostornina plina.	37	6. REŠITVE NALOG	138
		1. Fizikalne veličine in njihove enote	138
2. SESTAVA RAZTOPIN IN DRUGIH ZMESI	43	2. Sestava raztopin in drugih zmesi.	143
2.1 Masni delež topljenca v raztopini in gostota raztopine	44	3. Stehiometrija kemijskih reakcij.	145
2.2 Topnost topljenca	48	4. Volumetrična (titrimetrična) analiza	148
2.3 Množinska in masna koncentracija	52	5. Gravimetrična analiza	152
2.4 Priprava raztopin.	57		
2.5 Sestava plinskih in trdnih zmesi	63		
3. STEHIOMETRIJA KEMIJSKIH REAKCIJ	65		
3.1 Enačba kemijske reakcije	66		
3.2 Množinska razmerja	69		
3.3 Reakcije z nečistimi reaktanti.	74		
3.4 Izkoristek in izguba pri kemijski reakciji . .	79		
3.5 Ključni reaktant in reaktant v presežku . . .	82		
3.6 Prostorninska razmerja med plinastimi snovmi v reakciji	84		

Pomembnejše enačbe

MNOŽINA SNOVI:	$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$
MOLSKA PROSTORNINA:	$V_m = \frac{V}{n} = \frac{R \cdot T}{P}$
MASNI DELEŽ TOPLJENCA:	$w(\text{topljenec}) = \frac{m(\text{topljenec})}{m(\text{raztopina})}$
TOPNOST:	$\text{topnost} = \frac{100 \cdot w}{1 - w}$
MNOŽINSKA KONCENTRACIJA:	$c(\text{topljenec}) = \frac{n(\text{topljenec})}{V(\text{raztopina})}$
MASNA KONCENTRACIJA:	$\gamma(\text{topljenec}) = \frac{m(\text{topljenec})}{V(\text{raztopina})}$
RAZTOPINE:	$c(\text{topljenec}) = \frac{w(\text{topljenec}) \cdot \rho(\text{raztopina})}{M(\text{topljenec})} = \frac{\gamma(\text{topljenec})}{M(\text{topljenec})}$

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_v</i>	kandela	cd

Druge veličine [običajne enote]

<i>M</i>	molska masa [g/mol]
<i>N</i>	število delcev [/]
<i>V</i>	prostornina [L]
<i>V_m</i>	molska prostornina plina [L/mol]
<i>P</i>	tlak [kPa]
<i>w</i>	masni delež [/]
<i>c</i>	množinska koncentracija [mol/L]
<i>γ</i>	masna koncentracija [g/L]
<i>ρ</i>	gostota [g/mL]

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

Konstante

Avogadrova konstanta:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Splošna plinska konstanta:

$$R = 8,31 \text{ kPa L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$



1. FIZIKALNE VELIČINE IN NJIHOVE ENOTE

VSEBINA

- **1.1** – SI sistem fizikalnih veličin
- **1.2** – Pretvarjanje enot
- **1.3** – Veljavne (zanesljive) števke
- **1.4** – Relativna atomska masa
- **1.5** – Relativna molekulska masa
- **1.6** – Molska masa
- **1.7** – Izračun množine snovi
- **1.8** – Razmerje množin
- **1.9** – Prostornina plina

1.1 SI sistem fizikalnih veličin

V kemiji in drugih znanstvenih vedah običajno uporabljamo mednarodni sistem enot (SI sistem; *Système International d'Unités*). Poznamo sedem osnovnih enot za sedem osnovnih fizikalnih veličin. Iz osnovnih fizikalnih veličin lahko izpeljemo druge fizikalne veličine – t. i. sestavljene oz. izpeljane veličine.

Učni cilj: Poznam osnovne fizikalne veličine SI sistema in njihove enote.

Poznamo sedem osnovnih fizikalnih veličin. Simbole fizikalnih veličin pišemo z ležečimi (postrani oblikovanimi, poševnimi) črkami. Simbole enot pišemo s pokončnimi črkami.

1 Dopolnite preglednico s simboli veličin ter z imeni in s simboli njihovih osnovnih enot. Glejte primer.

	Osnovna veličina		Osnovna enota	
	Ime veličine	Simbol veličine	Ime enote	Simbol enote
a) čas		<i>t</i>	sekunda	s
b) dolžina				
c) masa				
č) električni tok				
d) množina snovi				
e) temperatura				
f) svetilnost				

Kvantitativno vrednost (kvantiteta = količina) fizikalne veličine izražamo z ustrezno številčno vrednostjo (merskim številom) in pripadajočo enoto. Med merskim številom in enoto je presledek. Fizikalne veličine in enote zapisujemo z ustreznimi simboli. Za simbolom fizikalne veličine praviloma v oklepaju navedemo tudi snov, predmet oz. dogodek, ki ga opisuje fizikalna veličina.

2 Zapišite vrednosti opisanih fizikalnih veličin. V zapisu uporabite krepko tiskano besedo iz opisa meritve. Glejte primer.

Opis fizikalne veličine	Zapis vrednosti fizikalne veličine
a) Opazovali smo reakcijo razkroja amonijevega dikromata. Reakcija je potekla v 25 sekundah.	<i>t</i> (reakcija) = 25 s
b) Žarnica z volframovo nitko je pregorela, ko je skozi njo stekel tok 16 amperov.	
c) Poleti se lahko ohladimo v morju. Morska voda ima temperaturo 297 kelvinov.	
č) Palica , ki jo uporabljajo športniki za skoke s palico, je lahko dolga 5,3 metra.	
d) Standardna zlata palica (zlata rezerva v centralnih bankah) vsebuje 12,4 kilograma zlata .	
e) LED dioda je relativno šibak vir svetlobe. Boljša (zelo svetla) dioda ima svetilnost 15 kandel.	
f) Za izdelavo ene pločevinke je potrebno 0,48 mola aluminija .	

1.1 SI sistem fizikalnih veličin

Učni cilj: Poznam simbole in SI enote za površino in prostornino.

Sestavljene ali izpeljane fizikalne veličine lahko izpeljemo iz osnovnih fizikalnih veličin. Površina (v slovenščini uporabljamo za like – dvodimenzionalne objekte – tudi izraz ploščina) je sestavljena fizikalna veličina, ki pove, kolikšna je velikost ploskve.

3 Dopolnite besedilo o površini.

Površino označujemo z različnimi črkami; običajno uporabljamo veliko črko _____ ali veliko črko _____, v slovenski matematiki pa tudi črko P. Površino pravokotnika dobimo tako, da pomnožimo njegovo _____ in _____.

Osnovna enota za površino je _____, simbol te enote pa je _____.

Prostornina (izogibajmo se tujki volumen) je fizikalna veličina, ki pove, koliko prostora zavzema tridimenzionalni predmet (telo).

4 Dopolnite besedilo o prostornini.

Prostornino označujemo z veliko črko _____. Prostornino kvadra dobimo tako, da pomnožimo njegovo _____, _____ in _____.

Osnovna enota za prostornino je _____, simbol te enote pa je _____.

5 Zapisani sta vrednosti dveh fizikalnih veličin. Opišite fizikalni veličini.

Zapis vrednosti fizikalne veličine	Opis fizikalne veličine
a) $A(\text{parcela}) = 650 \text{ m}^2$	
b) $V(\text{hladilnik}) = 0,350 \text{ m}^3$	

6 Dnevna soba je dolga 4,0 m in široka 3,5 m. Strop je 2,5 m nad tlemi. Izračunajte površino dnevne sobe in njeno prostornino v osnovnih enotah SI.

a) $A(\text{dnevna soba}) =$ _____ b) $V(\text{dnevna soba}) =$ _____

Učni cilj: Poznam simbol in SI enoto za tlak.

Tlak (pogovorno uporabljamo tudi izraz pritisk) je sestavljena fizikalna veličina, ki pove, kolikšna je sila na enoto površine.

7 Dopolnite besedilo o tlaku.

Tlak označujemo z veliko črko _____ (nekateri viri uporabljajo tudi malo črko p).

Osnovna enota za tlak je _____ (uprabljamo tudi poslovenjeno ime _____), simbol te enote pa je _____. Pascal je sestavljena enota ($\text{Pa} = \text{N m}^{-2} = \text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$).

8 Standardni atmosferski tlak na morski gladini (nadmorska višina 0 m) je 101325 pascalov. Zapišite to vrednost z ustreznima simboloma za fizikalno veličino in SI enoto.

Odgovor: _____

1.2 Pretvarjanje enot

SI sistem desetiških predpon uporabljamo za izražanje vrednosti, ki so ali bistveno večje ali bistveno manjše od vrednosti, ki jo lahko izrazimo z osnovno enoto. Desetiško predpono zapišemo pred osnovno enoto SI (razen pred enoto kg) ali pred izpeljano enoto SI. Simbola (enako velja za imeni) predpone in enote se pišeta skupaj. Simbole predpon pišemo s pokončnimi črkami.

Učni cilj: Poznam imena, simbole in vrednosti desetiških predpon.

- 1 Dopolnite preglednico s simboli desetiških predpon in z njihovimi številčnimi vrednostmi. Številčne vrednosti navedite na dva načina. Glejte primera.

	Ime predpone	Simbol predpone	Številčna vrednost predpone
a)	jota	Y	$10^{24} = 1000000000000000000000000$
b)	zeta		
c)	eksa		
č)	peta		
d)	tera		
e)	giga		
f)	mega		
g)	kilo		
h)	hekto		
i)	deka		
j)	deci		
k)	centi		
l)	mili		
m)	mikro		
n)	nano		
o)	piko		
p)	femto		
r)	ato		
s)	zepto		
š)	jokto	y	$10^{-24} = 0,000000000000000000000001$

1.2 Pretvarjanje enot

19 V nekaterih delih sveta izražajo temperaturo v °F (stopinje Fahrenheita). Temperaturno lestvico °F je razvil nemški fizik Daniel Fahrenheit (1686–1736). Pretvorite dane vrednosti temperatur (iz °C v °F oziroma iz °F v °C). Uporabite enačbo: $T[°F] = \frac{9}{5} \cdot T[°C] + 32$.

- a) $0\text{ °C} =$ _____ c) $100\text{ °C} =$ _____ d) $20\text{ °F} =$ _____
 b) $20\text{ °C} =$ _____ č) $0\text{ °F} =$ _____ e) $100\text{ °F} =$ _____

20 Ray Bradbury, znani pisatelj znanstvene fantastike, je leta 1953 napisal knjigo z naslovom »Fahrenheit 451« (pri temperaturi 451 °F se papir spontano vname). Pretvorite 451 °F v °C in K. Uporabite enačbo: $T[°F] = \frac{9}{5} \cdot T[°C] + 32$.

$$451\text{ °F} = \text{_____ °C} = \text{_____ K}$$

21 Pri kateri temperaturi sta številčni vrednosti na Celzijevi in Fahrenheitovi temperaturni lestvici enaki? Uporabite enačbo: $T[°F] = \frac{9}{5} \cdot T[°C] + 32$.

Račun: _____

Odgovor: _____

Osnovna enota za čas je sekunda (s), čas pa merimo tudi z drugimi enotami; minuta (min), ura (h), dan (d) ...

22 Pretvorite dane vrednosti.

- a) $1,0\text{ d} =$ _____ h b) $1,0\text{ h} =$ _____ min c) $1,0\text{ min} =$ _____ s

23 Dopolnite povedi.

- a) V eni uri je natančno _____ minut oziroma natančno _____ sekund.
 b) V enem dnevu je natančno _____ minut oziroma natančno _____ sekund.

24 Koliko časa je živel človek, ki je dočakal natančno 78 let? Upoštevajte, da je bilo v tem obdobju tudi 20 prestopnih let.

$$t = \text{_____ d} = \text{_____ h} = \text{_____ min} = \text{_____ s}$$

25 Pretvorite dane vrednosti. Glejte primer.

- a) $2,50\text{ h} =$ 150 min = 9000 s e) $3\text{ h } 20\text{ min} =$ _____ min = _____ s
 b) $3,25\text{ h} =$ _____ min = _____ s f) $2\text{ h } 15\text{ min} =$ _____ min = _____ s
 c) $4,75\text{ h} =$ _____ min = _____ s g) $4\text{ h } 35\text{ min} =$ _____ min = _____ s
 č) $5,90\text{ h} =$ _____ min = _____ s h) $5\text{ h } 40\text{ min} =$ _____ min = _____ s
 d) $1,15\text{ h} =$ _____ min = _____ s i) $6\text{ h } 5\text{ min} =$ _____ min = _____ s

26 Izrazite dane vrednosti z uporabo večjih enot. Glejte primer.

- a) 370 min = 6 h 10 min d) 700 s = _____ min _____ s
 b) 520 min = _____ h _____ min e) 855 s = _____ min _____ s
 c) 285 min = _____ h _____ min f) 7000 s = _____ h _____ min _____ s
 č) 485 min = _____ h _____ min g) 8500 s = _____ h _____ min _____ s

Učni cilj: Znam pretvarjati enote za površino.

27 Izrazite površino $1,58 \text{ cm}^2$ v kvadratnih mikrometrih. Uporabite potenčno vrednost merskega števila.

$$1,58 \text{ cm}^2 = ? \mu\text{m}^2$$

$$1,58 \text{ cm}^2 = ? \mu\text{m}^2 = 1,58 \cdot (10^4)^2 \mu\text{m}^2 = \underline{1,58 \cdot 10^8 \mu\text{m}^2}$$

$$10^{-2} \quad 10^{-6} \implies (-2) - (-6) = 4$$

Ugotovimo številčni vrednosti obeh predpon.

Odštejemo eksponenta številčnih vrednosti predpon (eksponent začetne predpone minus eksponent končne predpone).

Prepišemo osnovno vrednost merskega števila in dopišemo ugotovljeno potenco. Potenco nato še kvadriramo (potenciramo z eksponentom 2).
 Končni eksponent je produkt obeh eksponentov.

Desetiška predpona centi ima vrednost 10^{-2} , desetiška predpona mikro pa ima vrednost 10^{-6} . Od eksponenta začetne predpone (-2) odštejemo eksponent končne predpone (-6), dobljena razlika je 4. Ugotovljeno potenco 10^4 nato še kvadriramo (dobljeni eksponent 4 pomnožimo z 2). Merskemu številu 1,58 dodamo znak krat, osnovo potence 10 in izračunan eksponent 8.

28 Izrazite dane površine v kvadratnih metrih. Uporabite potenčne vrednosti merskih števil. Glejte primer.

- a) $3,5 \text{ dm}^2 = \underline{3,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2}$ č) $0,56 \text{ km}^2 =$ _____
 b) $6,7 \text{ cm}^2 =$ _____ d) $0,85 \mu\text{m}^2 =$ _____
 c) $8,9 \text{ mm}^2 =$ _____ e) $2,5 \text{ nm}^2 =$ _____

29 Pretvorite dane površine. Uporabite potenčne vrednosti merskih števil. Glejte primer.

- a) $1,5 \text{ m}^2 = \underline{1,5 \cdot 10^2} \text{ dm}^2 = \underline{1,5 \cdot 10^4} \text{ cm}^2 = \underline{1,5 \cdot 10^6} \text{ mm}^2 = \underline{1,5 \cdot 10^{-6}} \text{ km}^2$
 b) $9,1 \text{ m}^2 =$ _____ $\text{km}^2 =$ _____ $\text{cm}^2 =$ _____ $\text{dm}^2 =$ _____ mm^2
 c) $8,2 \text{ cm}^2 =$ _____ $\text{m}^2 =$ _____ $\text{dm}^2 =$ _____ $\text{mm}^2 =$ _____ km^2
 č) $7,3 \mu\text{m}^2 =$ _____ $\text{mm}^2 =$ _____ $\text{dm}^2 =$ _____ $\text{cm}^2 =$ _____ km^2
 d) $2,6 \text{ dm}^2 =$ _____ $\text{mm}^2 =$ _____ $\mu\text{m}^2 =$ _____ $\text{cm}^2 =$ _____ km^2
 e) $3,8 \text{ mm}^2 =$ _____ $\text{cm}^2 =$ _____ $\text{dm}^2 =$ _____ $\mu\text{m}^2 =$ _____ km^2

1.5 Relativna molekulska masa

- 8 Molekula elementa vsebuje 60 atomov. Njena relativna molekulska masa je 720. Dopolnite besedilo. Iz navedenih podatkov lahko izračunamo, da je relativna atomska masa _____, kar ustreza elementu _____ (ime elementa). Formula opisane molekule je _____.

- 9 Sečnina ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) je bela vodotopna snov, ki jo sesalci izločajo z urinom. Uporablja se kot gnojilo, saj vsebuje precej dušika. Izračunajte relativno molekulsko maso sečnine.

$$M_r(\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}) = A_r(\text{C}) + 4 \cdot A_r(\text{H}) + 2 \cdot A_r(\text{N}) + A_r(\text{O}) = \\ = 12,01 + 4 \cdot 1,01 + 2 \cdot 14,01 + 16,00 = \underline{60,07}$$

Molekula sečnine vsebuje en atom ogljika, štiri atome vodika, dva atoma dušika in en atom kisika. V periodnem sistemu poiščemo relativne atomske mase teh elementov in jih pomnožimo s številom posameznih atomov v molekuli. S seštevanjem relativnih atomskih mas dobimo relativno molekulsko maso.

- 10 Izračunajte relativne molekulske mase navedenih spojin. Glejte primer.

a) amonijak $M_r(\text{NH}_3) = A_r(\text{N}) + 3 \cdot A_r(\text{H}) = 14,01 + 3 \cdot 1,01 = 17,04$

b) voda $M_r(\text{H}_2\text{O}) =$ _____

c) metan $M_r(\text{CH}_4) =$ _____

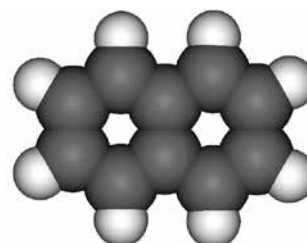
č) vodikov peroksid $M_r(\text{H}_2\text{O}_2) =$ _____

d) didušikov trioksid $M_r(\text{N}_2\text{O}_3) =$ _____

- 11 Dani so opisi nekaterih spojin. Ugotovite relativno atomsko maso in napišite kemijski simbol neznanega elementa X.

	Opis spojine	$A_r(\text{X})$	Simbol
a)	Iskani element X tvori s fluorom spojino XF_4 , ki ima relativno molekulsko maso 88.		
b)	Iskani element X tvori s kisikom spojino X_2O , ki ima relativno molekulsko maso 87.		
c)	Iskani element X tvori z dušikom spojino N_2X_4 , ki ima relativno molekulsko maso 104.		
č)	Iskani element X tvori s fosforjem spojino P_4X_6 , ki ima relativno molekulsko maso 220.		

- 12 Prikazan je model molekule naftalena (znanega tudi kot naftalin), ki se uporablja za odganjanje moljev. Velike krogle predstavljajo atome ogljika, male krogle pa atome vodika. Napišite preprosto molekulsko formulo naftalena in izračunajte njegovo relativno molekulsko maso.



$M_r(\text{_____}) =$ _____

1.6 Molska masa

Molska masa (M) je masa enega mola snovi, njena enota je g/mol (enoto lahko zapišemo tudi: g mol^{-1}). Številčno je enaka relativni atomski masi oziroma relativni molekulske masi.

Učni cilj: Znam izračunati molsko maso snovi.

1 Pojasnite zapis: $M(\text{F}_2) = 38,00 \text{ g/mol}$.

Odgovor: _____

2 Z ustreznim kemijskim zapisom (napišite oznako za molsko maso in formulo spojine) zabeležite podatek: molska masa ogljikovega dioksida je $44,0 \text{ g/mol}$.

Odgovor: _____

3 Dopolnite preglednico. Ugotovite relativne atomske mase, relativne molekulske mase in molske mase snovi. Glejte primera.

	Formula snovi	A_r	M
a)	Cr	52,00	52,00 g/mol
b)	Si		
c)	Al		

	Formula snovi	M_r	M
č)	O_2	32,00	32,00 g/mol
d)	NH_3		
e)	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$		

4 Izračunajte molske mase navedenih spojin.

a) didušikov pentaoksid $M(\text{N}_2\text{O}_5) =$ _____

b) dušikova kislina $M(\text{HNO}_3) =$ _____

c) kalcijev hidroksid $M(\text{Ca}(\text{OH})_2) =$ _____

č) amonijev sulfat $M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) =$ _____

d) kalijev dikromat $M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) =$ _____

5 Kristalohidrati so spojine, ki imajo v svoji kristalni strukturi vezano vodo. Izračunajte molske mase navedenih kristalohidratov.

a) $M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) =$ _____

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

c) $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) =$ _____

č) $M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) =$ _____

d) $M(\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}) =$ _____

2.4 Priprava raztopin

5 V posodi imamo 250 mL raztopine z množinsko koncentracijo topljenca 0,200 mol/L. Izračunajte množinsko koncentracijo topljenca v novonastali raztopini (predpostavite aditivnost prostornin, kjer je to potrebno), če:

a) dodamo 100 mL vode. $c =$ _____ č) razredčimo na 500 mL. $c =$ _____

b) odparimo 50 mL vode. $c =$ _____ d) uparimo na 120 mL. $c =$ _____

c) dodamo 200 mL raztopine z množinsko koncentracijo topljenca 0,150 mol/L. $c =$ _____

6 Na embalaži malinovega sirupa piše, da vsebuje 65 % suhe snovi. V kozarec smo nalili 20 g malinovega sirupa in dolili 170 g vode. Kolikšen je masni odstotek suhe snovi v tako pripravljem soku?

$w(\text{suha snov}) =$ _____

7 Kolikšno maso 20,0 % raztopine glukoze potrebujemo za pripravo 500 g 12,0 % raztopine glukoze?

$m(20,0 \% \text{ raztopine glukoze}) =$ _____

8 Kolikšno prostornino raztopine s koncentracijo natrijevega klorida 2,00 M potrebujemo za pripravo 250 mL 0,500 M raztopine natrijevega klorida?

$V(2,00 \text{ M raztopine NaCl}) =$ _____

9 Izračunajte prostornine iskanih snovi za pripravo opisanih raztopin.

a) Pripraviti želimo 1,5 dm³ 0,25-molarne raztopine H₂SO₄. Koliko mililitrov 96 % raztopine H₂SO₄ z gostoto 1,84 g/mL potrebujemo? _____

b) Koliko mililitrov 18 % klorovodikove kisline (HCl) z gostoto 1,09 g/mL potrebujemo za pripravo 550 mililitrov 0,075-molarne raztopine? _____

c) Koliko mililitrov 10 % raztopine natrijevega hidroksida NaOH z gostoto 1,11 g/mL potrebujemo za pripravo 250 mL 0,10-molarne raztopine NaOH? _____

č) Koliko mililitrov 28 % raztopine amonijaka z gostoto 0,898 g/mL potrebujemo za pripravo 180 g 12,0 % raztopine NH₃? _____

d) Koliko mililitrov 22 % raztopine natrijevega klorida z gostoto 1,16 g/mL potrebujemo za pripravo 50 g 14 % raztopine NaCl? _____

e) Koliko mililitrov klorovodikove kisline z masnim deležem HCl 0,20 in z gostoto 1,1 g/mL moramo odmeriti za pripravo 160 g raztopine z masnim deležem HCl 0,055? _____

10 Izračunajte maso 12 % raztopine natrijevega klorida NaCl, ki jo potrebujemo za pripravo 200 mililitrov 0,75-molarne raztopine. (Namig: iz prostornine in množinske koncentracije najprej izračunajte maso topljenca, nato pa iz mase topljenca in masnega deleža izračunajte maso raztopine.)

$m(12 \% \text{ raztopine NaCl}) =$ _____

- 11 Pripraviti želimo 15,0 % raztopino HNO_3 . Kolikšno maso vode moramo v ta namen dodati k 25,0 mL 40,0 % raztopine HNO_3 z gostoto 1,25 g/mL? Kolikšna bo masa tako dobljene 15,0 % raztopine?

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{5cm}} \qquad m(15,0 \% \text{ raztopina}) = \underline{\hspace{5cm}}$$

- 12 Kolikšno maso 36,0 % raztopine natrijevega hidroksida in kolikšno maso vode potrebujemo za pripravo 150 mL 20,0 % raztopine natrijevega hidroksida, ki ima gostoto 1,22 g/mL?

$$m(36,0 \% \text{ NaOH}) = \underline{\hspace{5cm}} \qquad m(\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{5cm}}$$

- 13 V bučko damo 60,0 g 20,0 % raztopine natrijevega klorida in razredčimo z vodo do oznake 100 mL. Izračunajte masno in množinsko koncentracijo natrijevega klorida v razredčeni raztopini.

$$\gamma(\text{NaCl}) = \underline{\hspace{5cm}} \qquad c(\text{NaCl}) = \underline{\hspace{5cm}}$$

- 14 K 20,0 mL raztopine kalijevega bromida z množinsko koncentracijo KBr 3,17 mol/L in gostoto 1,26 g/mL dodamo 40,0 mL vode (voda ima gostoto 1,00 g/mL). Pripravljena raztopina ima gostoto 1,09 g/mL. Izračunajte masni delež in množinsko koncentracijo KBr v pripravljene raztopini.

$$w(\text{KBr}) = \underline{\hspace{5cm}} \qquad c(\text{KBr}) = \underline{\hspace{5cm}}$$

- 15 Pripraviti želimo 2,58 M raztopino HNO_3 , ki ima gostoto 1,08 g/mL. Kolikšno maso vode moramo dodati k 80,0 g raztopine dušikove kisline, v kateri je masni odstotek HNO_3 42,0 % in ima gostoto 1,26 g/mL? Kolikšna bo masa nastale raztopine?

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{5cm}} \qquad m(2,58 \text{ M raztopina}) = \underline{\hspace{5cm}}$$

- 16 K 200 g klorovodikove kisline, ki ima množinsko koncentracijo 8,76 mol/L in gostoto 1,14 g/mL dolijemo 50,0 mL vode (voda ima gostoto 1,00 g/mL). Nastala raztopina ima gostoto 1,11 g/mL. Izračunajte masni delež in množinsko koncentracijo HCl v nastali raztopini.

$$w(\text{HCl}) = \underline{\hspace{5cm}} \qquad c(\text{HCl}) = \underline{\hspace{5cm}}$$

- 17 Zmešamo 150 mL 36,0 % raztopine NaOH z gostoto 1,39 g/mL in 250 mL 12,0 % raztopine NaOH z gostoto 1,13 g/mL. Nastala raztopina ima gostoto 1,26 g/mL. Izračunajte masni delež in množinsko koncentracijo NaOH v nastali raztopini.

$$w(\text{NaOH}) = \underline{\hspace{5cm}} \qquad c(\text{NaOH}) = \underline{\hspace{5cm}}$$

- 18 Na razpolago imamo žveplovo kislino, ki vsebuje 80,0 % H_2SO_4 in ima gostoto 1,73 g/mL.

- a) K 200 mL 80,0 % H_2SO_4 dodamo 200 g vode. Izračunajte masni delež H_2SO_4 v nastali raztopini. $\underline{\hspace{5cm}}$
- b) Kolikšno prostornino 80,0 % H_2SO_4 potrebujemo za pripravo 500 g 20,0 % H_2SO_4 ? $\underline{\hspace{5cm}}$
- c) Kolikšno prostornino 80,0 % H_2SO_4 potrebujemo za pripravo 250 mL 2,50-molarne raztopine H_2SO_4 ? $\underline{\hspace{5cm}}$
- č) Kolikšno prostornino 80,0 % H_2SO_4 potrebujemo za pripravo 250 mL raztopine, ki vsebuje 65,0 g/L H_2SO_4 ? $\underline{\hspace{5cm}}$

2.4 Priprava raztopin

Učni cilj: Znam izračunati maso kristalohidrata, ki jo potrebujem za pripravo iskane raztopine. Znam izračunati sestavo raztopine, dobljeno z raztapljanjem kristalohidratov.

- 19** Kolikšno maso bakrovega(II) sulfata pentahidrata $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ potrebujemo za pripravo 250,0 g raztopine, ki vsebuje 11,5 % CuSO_4 ? Kolikšno maso vode moramo dodati?

$$w(\text{CuSO}_4) = 11,5 \% \quad \leftarrow \text{Izpišemo podatek za masni odstotek } \text{CuSO}_4 \text{ v zeleni raztopini.}$$

$$m(\text{raztopina}) = 250,0 \text{ g} \quad \leftarrow \text{Izpišemo podatek za maso zelene raztopine.}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = ? \quad \leftarrow \text{Izračunali bomo maso kristalohidrata } (\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}).$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ? \quad \leftarrow \text{Izračunali bomo maso topila } (\text{H}_2\text{O}).$$

Na začetku izračunamo masni delež brezvodnega (čistega) CuSO_4 v kristalohidratu.

Izračun masnega deleža CuSO_4 (BS) v $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (KH):

$$\text{BS} = \text{CuSO}_4; \text{ KH} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$$

$$w(\text{BS}/\text{KH}) = \frac{M(\text{BS})}{M(\text{KH})} = \frac{M(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} =$$

$$= \frac{159,62 \text{ g/mol}}{249,72 \text{ g/mol}} = \underline{\underline{0,63920}}$$

Masni delež brezvodne soli (BS) v kristalohidratu (KH) izračunamo tako, da molsko maso brezvodne soli delimo z molsko maso kristalohidrata.

$$M(\text{CuSO}_4) = 159,62 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,72 \text{ g/mol}$$

Izračun mase kristalohidrata:

$$m(\text{CuSO}_4) = m(\text{raztopina}) \cdot w(\text{CuSO}_4)$$

$$m(\text{BS} = \text{CuSO}_4) = m(\text{KH}) \cdot w(\text{BS} / \text{KH})$$

$$m(\text{KH}) \cdot w(\text{BS} / \text{KH}) = m(\text{raztopina}) \cdot w(\text{CuSO}_4)$$

$$m(\text{KH}) = \frac{m(\text{raztopina}) \cdot w(\text{CuSO}_4)}{w(\text{BS}/\text{KH})} =$$

$$= \frac{250,0 \text{ g} \cdot 0,115}{0,63920} = \underline{\underline{45,0 \text{ g}}}$$

Masa topljenca (CuSO_4) v zeleni raztopini je zmnožek mase raztopine in masnega deleža topljenca ter je enaka masi brezvodne soli. Masa brezvodne soli je zmnožek mase kristalohidrata in masnega deleža brezvodne soli v kristalohidratu.

Iz zapisane enačbe izrazimo maso kristalohidrata ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), vstavimo podatke in izračunamo. Izračunano vrednost ustrezno zaokrožimo in dopišemo enoto.

Izračun mase vode:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{raztopina}) - m(\text{KH}) =$$

$$= 250,0 \text{ g} - 45,0 \text{ g} = \underline{\underline{205,0 \text{ g}}}$$

Masa vode je razlika med maso zelene raztopine in maso kristalohidrata.

Odgovor: Za pripravo 250,0 g 11,5 % raztopine CuSO_4 potrebujemo 45,0 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ in 205,0 g vode.

- 20** Kolikšno maso železovega(II) sulfata heptahidrata $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ potrebujemo za pripravo 200,0 g raztopine, ki vsebuje 14,5 % FeSO_4 ? Kolikšno maso vode moramo dodati?

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{10em}} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{10em}}$$

- 21** Kolikšno maso nikljevega(II) nitrata heksahidrata $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ potrebujemo za pripravo 300,0 g raztopine, ki vsebuje 15,5 % $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$? Kolikšno maso vode moramo dodati?

$$m(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{10em}} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{10em}}$$

3.5 Ključni reaktant in reaktant v presežku

- 2 V posodi zmešamo 10,0 g etena C_2H_4 in 40,0 g kisika ter sprožimo reakcijo. Kateri reaktant je ključni in kateri reaktant je v presežku? Izračunajte maso reaktanta v presežku in masi nastalih produktov.

Uredite enačbo kemijske reakcije: $\text{---}C_2H_4(g) + \text{---}O_2(g) \rightarrow \text{---}CO_2(g) + \text{---}H_2O(l)$

ključni reaktant: _____ reaktant v presežku: _____

$m(\text{pres. rea.}) = \text{_____}$ $m(CO_2) = \text{_____}$ $m(H_2O) = \text{_____}$

- 3 Pri reakciji med jodom in fluorom nastane jodov pentafluorid. Uredite enačbo kemijske reakcije. V reakcijski posodi je 0,240 mol joda in 0,800 mol fluora. Kateri reaktant je ključni in kateri reaktant je v presežku? Izračunajte množino reaktanta v presežku in maso nastalega produkta.

Enačba reakcije: $\text{---}I_2(s) + \text{---}F_2(g) \rightarrow \text{---}IF_5(l)$ ključni reaktant: _____

reaktant v presežku: _____ $n(\text{pres. rea.}) = \text{_____}$ $m(IF_5) = \text{_____}$

- 4 Pri reakciji med bromom in fluorom nastane bromov trifluorid. Uredite enačbo kemijske reakcije. V reakcijski posodi je 5,00 g broma in 5,00 g fluora. Kateri reaktant je ključni in kateri reaktant je v presežku? Izračunajte maso reaktanta v presežku in maso nastalega produkta.

Enačba reakcije: $\text{---}Br_2(l) + \text{---}F_2(g) \rightarrow \text{---}BrF_3(l)$ ključni reaktant: _____

reaktant v presežku: _____ $m(\text{pres. rea.}) = \text{_____}$ $m(BrF_3) = \text{_____}$

- 5 Reakcijo med vodikom in kisikom spremlja pok. V preglednici so dane začetne količine vodika in kisika. Napišite formulo ključnega reaktanta in reaktanta v presežku ter izračunajte maso reaktanta v presežku in maso nastale vodne pare.

Uredite enačbo kemijske reakcije: $\text{---}H_2(g) + \text{---}O_2(g) \rightarrow \text{---}H_2O(g)$

	Začetna količina H_2	Začetna količina O_2	Ključni reaktant	Reaktant v presežku	$m(\text{pres. rea.})$ [g]	$m(H_2O)$ [g]
a)	0,400 mol	0,300 mol				
b)	0,500 mol	0,200 mol				
c)	0,320 mol	3,20 g				
č)	0,300 g	0,200 mol				
d)	2,00 g	2,00 g				
e)	1,00 g	9,00 g				

- 6 Na razpolago imamo 20,0 g tehničnega galija, ki vsebuje 6,80 % nečistoč in 20,0 g žvepla, ki vsebuje 5,40 % nečistoč. Napišite formulo ključnega reaktanta in reaktanta v presežku ter izračunajte maso nastalega galijevega sulfida. Uredite enačbo kemijske reakcije.

Enačba reakcije: $\text{---}Ga(s) + \text{---}S(s) \rightarrow \text{---}Ga_2S_3(s)$

ključni reaktant: _____ reaktant v presežku: _____ $m(Ga_2S_3) = \text{_____}$

3.6 Prostorninska razmerja med plinastimi snovmi v reakciji

Prostorninska razmerja med plinastimi snovmi, ki reagirajo med seboj oziroma nastanejo pri kemijski reakciji, so enaka množinskim razmerjem med temi snovmi, če so plinaste snovi merjene pri enakih pogojih (tlaku in temperaturi).

Za reakcijo, ki jo predstavimo z enačbo $aA + bB \rightarrow cC$ (a , b in c so stehiometrični koeficienti; A , B in C so formule plinastih snovi), pri enakem tlaku in enaki temperaturi velja:

$$n(A) : n(B) : n(C) = V(A) : V(B) : V(C) = a : b : c$$

Učni cilj: Znam iz množinskega razmerja ugotoviti prostorninska razmerja med plinastimi snovmi v kemijski reakciji in izračunati njihove prostornine, merjene pri enakih pogojih.

- 1 Pri reakciji med vodikom in kisikom nastane vodna para: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Izračunajte prostornini vodika in kisika, ki ju potrebujemo za nastanek 8,0 L vodne pare. Prostornine vseh plinastih snovi so merjene pri enakih pogojih.

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 8,0 \text{ L} \quad \leftarrow \text{Izpišemo podatek za prostornino vodne pare.}$$

$$V(\text{H}_2) = ?, \quad V(\text{O}_2) = ? \quad \leftarrow \text{Izračunali bomo prostornino vodika in kisika.}$$

Nalogo bi lahko rešili z nastavitvijo razmerja množin med posameznim reaktantom in vodo. A ker je prostorninsko razmerje enako množinskemu razmerju, lahko takšne naloge rešimo kar s sklepnim računom.

$V(\text{H}_2) \dots\dots\dots V(\text{O}_2) \dots\dots\dots V(\text{H}_2\text{O})$	Podatek za prostornine plinastih snovi si uredimo v preglednico.
$2 \text{ L} \dots\dots\dots 1 \text{ L} \dots\dots\dots 2 \text{ L}$	Prostorninska razmerja so enaka množinskim razmerjem.
$X \dots\dots\dots Y \dots\dots\dots 8,0 \text{ L}$	Iskano prostornino H_2 označimo z X , iskano prostornino O_2 z Y , v preglednico vpišemo še podatek za prostornino vodne pare.

Izračun prostornine vodika:

$$X \cdot 2 \text{ L} = 8,0 \text{ L} \cdot 2 \text{ L}$$

$$X = \frac{8,0 \text{ L} \cdot 2 \cancel{\text{L}}}{2 \cancel{\text{L}}} = \underline{\underline{8,0 \text{ L}}}$$

Izračun prostornine kisika:

$$Y \cdot 2 \text{ L} = 8,0 \text{ L} \cdot 1 \text{ L}$$

$$Y = \frac{8,0 \text{ L} \cdot 1 \cancel{\text{L}}}{2 \cancel{\text{L}}} = \underline{\underline{4,0 \text{ L}}}$$

Iz preglednice s sklepnim računom ugotovimo vrednosti X in Y . Rezultat zaokrožimo na ustrezno število zanesljivih mest in pripišemo enoto. Na ta način izračunamo prostornino vodika H_2 (X) in kisika O_2 (Y).

Odgovor: Za nastanek 8,0 L vodne pare potrebujemo 8,0 L vodika in 4,0 L kisika.

- 2 Izračunajte prostornini klora in fluora, ki ju potrebujemo za nastanek 6,0 L klorovega trifluorida ClF_3 . Prostornine vseh plinastih snovi so merjene pri enakih pogojih.

Uredite enačbo kemijske reakcije: $\text{---Cl}_2(\text{g}) + \text{---F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{---ClF}_3(\text{g})$

$$V(\text{Cl}_2) = \text{_____}$$

$$V(\text{F}_2) = \text{_____}$$

- 3 Koliko litrov kisika potrebujemo za reakcijo s 4,0 L plinastega ogljikovega disulfida CS_2 in koliko litrov produktov pri tem nastane? Prostornine vseh plinastih snovi so merjene pri enakih pogojih.

Uredite enačbo kemijske reakcije: $\text{---CS}_2(\text{g}) + \text{---O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{---CO}_2(\text{g}) + \text{---SO}_2(\text{g})$

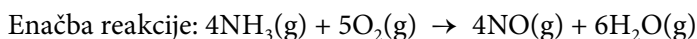
$$V(\text{O}_2) = \text{_____}$$

$$V(\text{CO}_2) = \text{_____}$$

$$V(\text{SO}_2) = \text{_____}$$

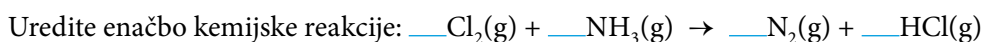
3.6 Prostorninska razmerja med plinastimi snovmi v reakciji

- 4 Dopolnite preglednico s prostorninami plinastih snovi (predpostavite dovolj visoko temperaturo, pri kateri so vse snovi v plinastem agregatnem stanju) za reakcijo med amonijakom in kisikom. Prostornine vseh plinastih snovi so merjene pri enakih pogojih. Glejte primer.



	$V(\text{NH}_3)$	$V(\text{O}_2)$	$V(\text{NO})$	$V(\text{H}_2\text{O})$
a)	2,00 L	2,50 L	2,00 L	3,00 L
b)	1,00 L			
c)		7,50 L		
č)			5,00 L	
d)				4,50 L

- 5 Dopolnite preglednico s prostorninami plinastih snovi (predpostavite dovolj visoko temperaturo, pri kateri so vse snovi v plinastem agregatnem stanju) za reakcijo med klorom in amonijakom. Prostornine vseh plinastih snovi so merjene pri enakih pogojih.



	$V(\text{Cl}_2)$	$V(\text{NH}_3)$	$V(\text{N}_2)$	$V(\text{HCl})$
a)	1,5 L			
b)		2,0 L		
c)			3,0 L	
č)				9,0 L

- 6 Dopolnite preglednico s prostorninami plinastih snovi (predpostavite dovolj visoko temperaturo, pri kateri so vse snovi v plinastem agregatnem stanju) za reakcijo med dušikovim trifluoridom in vodikovim kloridom. Prostornine vseh plinastih snovi so merjene pri enakih pogojih.



	$V(\text{NF}_3)$	$V(\text{HCl})$	$V(\text{HF})$	$V(\text{N}_2)$	$V(\text{Cl}_2)$
a)	4,0 L				
b)		9,0 L			
c)			15 L		
č)				0,50 L	
d)					9,0 L

4.2 Redoks (redukcijsko-oksidiacijska) titracija

41 V merilni bučki s prostornino 100 mL je preiskovana raztopina bakrovega(II) sulfata, ki ima gostoto 1,10 g/mL. V erlenmajerico odpipetiramo 10,0 mL te raztopine, dodamo žveplovo kislino in kalijev jodid ter titriramo z 0,102 M raztopino $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ v prisotnosti škrobovice do ekvivalentne točke. Poraba titranta je 32,4 mL.

a) Izračunajte množino izločenega joda. $n(\text{I}_2) =$ _____

b) Izračunajte množino bakrovih ionov v preiskovani raztopini. $n(\text{Cu}^{2+}) =$ _____

c) Izračunajte maso, masno koncentracijo, množinsko koncentracijo in masni delež bakrovih ionov v preiskovani raztopini.

$$m(\text{Cu}^{2+}) = \text{_____} \quad \gamma(\text{Cu}^{2+}) = \text{_____} \quad c(\text{Cu}^{2+}) = \text{_____} \quad w(\text{Cu}^{2+}) = \text{_____}$$

č) Kolikšno maso CuSO_4 vsebuje preiskovana raztopina? $m(\text{CuSO}_4) =$ _____

d) Kolikšno maso čistega $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ potrebujemo za pripravo 100 mL preiskovane raztopine?

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

e) Kolikšno maso tehnične modre galice, ki vsebuje 92,6 % $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, potrebujemo za pripravo 100 mL preiskovane raztopine?

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}, \text{tehn.}) = \text{_____}$$

f) Kolikšno maso tehnične modre galice, ki vsebuje 12,5 % nečistoč, potrebujemo za pripravo 100 mL preiskovane raztopine?

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}, \text{tehn.}) = \text{_____}$$

42 V erlenmajerico odpipetiramo 20,0 mL preiskovane raztopine joda. Za titracijo te raztopine porabimo 20,4 mL raztopine natrijevega tiosulfata, ki ima množinsko koncentracijo 0,102 mol/L.

a) Napišite enačbo reakcije med raztopinama joda in natrijevega tiosulfata.

Enačba reakcije: _____

b) Izračunajte množino joda v preiskovani raztopini. $n(\text{I}_2) =$ _____

c) Izračunajte množinsko koncentracijo joda v preiskovani raztopini. $c(\text{I}_2) =$ _____

č) Izračunajte masno koncentracijo joda v preiskovani raztopini. $\gamma(\text{I}_2) =$ _____

43 Določeno prostornino raztopine joda titriramo z raztopino $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ v prisotnosti škrobovice do ekvivalentne točke. Dopolnite preglednico z izračunanimi vrednostmi za štiri titracije.

	$V(\text{I}_2)$	$c(\text{I}_2)$	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$	$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$
a)	25,0 mL	0,0506 mol/L	23,6 mL	
b)	20,0 mL	0,0510 mol/L		0,110 mol/L
c)	50,0 mL		10,6 mL	0,104 mol/L
č)		0,0121 mol/L	10,9 mL	0,111 mol/L

4.3 Obarjalna titracija

Pri obarjalni titraciji nastane oborina (slabo topna snov). Z obarjalno titracijo lahko ugotovljamo količino kloridnih ali bromidnih ionov, titrant je raztopina srebrovega(I) nitrata AgNO_3 , indikator pa natrijev kromat Na_2CrO_4 ali kalijev kromat K_2CrO_4 . Halogenidni ioni v vzorcu se oborijo s srebrovimi(I) ioni v srebrov(I) halogenid (AgCl oziroma AgBr). Presežni titrant reagira s kromatnimi ioni, pri tem nastane rdečerrjav srebrov(I) kromat Ag_2CrO_4 . Za takšne titracije uporabljamo tudi izraz argentometrija ali argentometrične titracije. Argentometrična določitev klorida po Mohru je ena od najstarejših titracijskih metod (leta 1855 jo je objavil nemški kemik Karl Friedrich Mohr).

Učni cilj: Znam izračunati količino oziroma sestavo snovi, analizirane z obarjalno titracijo.

- 1 V erlenmajerici je raztopina natrijevega klorida. Raztopini dodamo 1 mL 5 % raztopine kalijevega kromata in titriramo z 0,100 M raztopino AgNO_3 do nastanka rdečerrjave barve. Poraba titranta je 25,5 mL. Izračunajte maso natrijevega klorida v analizirani raztopini.

$$c(\text{AgNO}_3) = 0,100 \text{ mol/L}$$

← Izpišemo podatek za množinsko koncentracijo titranta AgNO_3 .

$$V(\text{AgNO}_3) = 25,5 \text{ mL} = 0,0255 \text{ L}$$

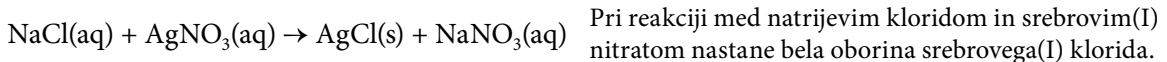
← Izpišemo podatek za prostornino titranta AgNO_3 .

$$M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g/mol}$$

← Izračunamo molsko maso NaCl .

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

← Izračunali bomo maso natrijevega klorida v raztopini.



$$\frac{n(\text{AgNO}_3)}{n(\text{NaCl})} = \frac{1}{1}$$

Napišemo množinsko razmerje med AgNO_3 in NaCl .

$$n(\text{NaCl}) = n(\text{AgNO}_3)$$

Križno množimo, da se znebimo ulomkov.

$$\frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3)$$

Namesto množine NaCl vstavimo maso in molsko maso NaCl . Namesto množine AgNO_3 vstavimo prostornino in množinsko koncentracijo AgNO_3 .

$$m(\text{NaCl}) = c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{NaCl}) = \frac{0,100 \text{ mol} \cdot 0,0255 \text{ L} \cdot 58,44 \text{ g}}{\cancel{\text{L}} \quad \cancel{\text{mol}}} = \underline{\underline{0,149 \text{ g}}}$$

Izrazimo iskano veličino (maso NaCl).

Vstavimo podatke, okrajšamo enote in izračunamo. Rezultat zaokrožimo na ustrezno število zanesljivih mest in pripišemo enoto.

Odgovor: V analizirani raztopini je 0,149 g natrijevega klorida.

- 2 V erlenmajerico odpipetiramo 25,0 mL preiskovane raztopine kalijevega klorida. Raztopini dodamo 1 mL 5 % raztopine kalijevega kromata in titriramo z 0,105 M raztopino AgNO_3 do nastanka rdečerrjave barve. Poraba titranta je 21,2 mL.

- a) Napišite enačbo reakcije med kalijevim kloridom in titrantom. Označite agregatna stanja snovi.

Enačba reakcije: _____

- b) Izračunajte maso KCl v preiskovani raztopini.

$$m(\text{KCl}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- c) Izračunajte množinsko koncentracijo KCl v preiskovani raztopini.

$$c(\text{KCl}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- č) Izračunajte masno koncentracijo KCl v preiskovani raztopini.

$$\gamma(\text{KCl}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.4 Kompleksometrična titracija

Izračun množinske koncentracije kalcijevih ionov:

$$\frac{n(\text{Ca}^{2+})}{n_k(\text{EDTA})} = \frac{1}{1}$$

Napišemo množinsko razmerje med kalcijevimi ioni in titrantom EDTA. Z indikatorjem kalconkarboksilno kislino določamo količino Ca^{2+} ionov.

$$n(\text{Ca}^{2+}) = n_k(\text{EDTA})$$

Križno množimo, da se znebimo ulomkov.

$$c(\text{Ca}^{2+}) \cdot V(\text{voda}) = c(\text{EDTA}) \cdot V_k(\text{EDTA})$$

Namesto množine Ca^{2+} ionov vstavimo množinsko koncentracijo Ca^{2+} ionov in prostornino analizirane vode. Namesto množine EDTA vstavimo množinsko koncentracijo in prostornino EDTA.

$$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{c(\text{EDTA}) \cdot V_k(\text{EDTA})}{V(\text{voda})} = \frac{0,0100 \text{ mol} \cdot 0,0107 \cancel{\text{ L}}}{\text{L} \cdot 0,0500 \cancel{\text{ L}}} = \underline{\underline{2,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}}}$$

Izrazimo iskano veličino (množinsko koncentracijo Ca^{2+} ionov).

Vstavimo podatke, okrajšamo enoto »L« in izračunamo. Rezultat zaokrožimo na ustrezno število zanesljivih mest in pripišemo enoto.

Izračun množinske koncentracije magnezijevih ionov:

Množinsko koncentracijo magnezijevih ionov dobimo z odštevanjem množinske koncentracije kalcijevih ionov od skupne množinske koncentracije teh dveh ionov.

$$c(\text{Mg}^{2+}) = c(\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}) - c(\text{Ca}^{2+}) = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} - 2,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} = \underline{\underline{6,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}}}$$

Odgovor: Množinska koncentracija kalcijevih ionov je $2,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$, množinska koncentracija magnezijevih ionov je $6,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$.

17 Odgovor pri nalogi 16 uporabite za izračun kalcijeve, magnezijeve in celotne trdote vode.

$$\text{°dH}(\text{Ca}) = \text{_____} \quad \text{°dH}(\text{Mg}) = \text{_____} \quad \text{°dH}(\text{cel.}) = \text{_____}$$

Različni viri različno opredeljujejo trdoto vode. Dani preglednici predstavljata opredelitev trdote vode dveh slovenskih komunalnih podjetij (povzeto z njihovih spletnih strani). Kako lahko opredelimo celotno trdoto vodovodne vode, ki smo jo analizirali pri prejšnji nalogi?

Kraški vodovod Sežana

°dH	0–4	4–8	8–18	18–30	več kot 30
Opredelitev trdote vode	zelo mehka voda	mehka voda	srednje trda voda	trda voda	zelo trda voda

Vodovod-kanalizacija Ljubljana

°dH	0–7	7–15	15–21	več kot 25
Opredelitev trdote vode	mehka voda	srednje trda voda	trda voda	zelo trda voda

Odgovor: _____

18 V erlenmajerico odpipetiramo 100 mL vodovodne vode, jo nevtraliziramo s HCl (količino potrebne HCl ugotovimo s predhodno ločeno titracijo), dodamo 2 mL amonijakalnega pufru s pH = 10, indikator erikromčrno-T in titriramo z 0,0100 M raztopino EDTA do spremembe barve v modro. Poraba titranta je 25,4 mL. Pri drugi titraciji odpipetiramo v erlenmajerico 100 mL vodovodne vode, jo nevtraliziramo s HCl, dodamo 10 mL 2 M raztopine NaOH, indikator kalconkarboksilno kislino in titriramo z 0,0100 M raztopino EDTA do spremembe barve v modro. Poraba titranta je 18,6 mL.

a) Izračunajte množinski koncentraciji kalcijevih in magnezijevih ionov v vodi.

$$c(\text{Ca}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad c(\text{Mg}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

b) Izračunajte kalcijevo, magnezijevo in celotno trdoto te vode.

$$^{\circ}\text{dH}(\text{Ca}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad ^{\circ}\text{dH}(\text{Mg}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad ^{\circ}\text{dH}(\text{cel.}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

19 V erlenmajerico odpipetiramo 100 mL vodovodne vode, jo nevtraliziramo s HCl (količino potrebne HCl ugotovimo s predhodno ločeno titracijo), dodamo 2 mL amonijakalnega pufru s pH = 10, indikator erikromčrno-T in titriramo z $\frac{1}{56}$ M raztopino EDTA do spremembe barve v modro. Poraba titranta je 14,3 mL. Pri drugi titraciji odpipetiramo v erlenmajerico 100 mL vodovodne vode, jo nevtraliziramo s HCl, dodamo 10 mL 2 M raztopine NaOH, indikator kalconkarboksilno kislino in titriramo z $\frac{1}{56}$ M raztopino EDTA do spremembe barve v modro. Poraba titranta je 11,4 mL.

a) Izračunajte množinski koncentraciji kalcijevih in magnezijevih ionov v vodi.

$$c(\text{Ca}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad c(\text{Mg}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

b) Iz izračunanih koncentracij kalcijevih in magnezijevih ionov izračunajte kalcijevo, magnezijevo in celotno trdoto te vode.

$$^{\circ}\text{dH}(\text{Ca}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad ^{\circ}\text{dH}(\text{Mg}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad ^{\circ}\text{dH}(\text{cel.}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

c) Primerjajte porabo titranta EDTA (v mL) in izračunano trdoto vode (v $^{\circ}\text{dH}$). Kaj ugotovite?

Odgovor: _____

č) Zakaj smo pri tej titraciji uporabili EDTA s koncentracijo $\frac{1}{56}$ mol/L? Od kod ta vrednost? Kaj nam omogoča uporaba EDTA takšne koncentracije pri titraciji 100 mL vode?

Odgovor: _____

d) Kolikšna bi morala biti natančna množinska koncentracija EDTA, da bi pri določanju trdote vode 1 mL titranta ustrezal natančno eni nemški trdotni stopinji? Uporabite naslednji relativni atomski masi: $A_r(\text{Ca}) = 40,078$, $A_r(\text{O}) = 15,999$.

Odgovor: _____

e) Pri določitvi celotne trdote vode smo uporabili amonijakalni pufer. Katere spojine so v tem pufru?

Odgovor: _____

- 11 V 250 mL merilno bučko odpipetiramo 25,0 mL vzorca, ki vsebuje barijeve ione, in razredčimo z vodo do oznake. Iz bučke odpipetiramo v čašo 50,0 mL dobljene raztopine in po ustaljenem postopku z gravimetrično analizo določamo količino barijevih ionov. Masa praznega žarilnega lončka je 19,7325 g, masa žarilnega lončka z žarino barijevim sulfatom je 19,8698 g. Izračunajte maso, masno koncentracijo in množinsko koncentracijo barijevih ionov v vzorcu.

$$m(\text{Ba}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad \gamma(\text{Ba}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad c(\text{Ba}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 12 V čašo natehtamo 2,8652 g nečiste barijeve soli, jo raztopimo v vodi, odfiltriramo netopne nečistoče in razredčimo v merilni bučki na 250 mL. Iz bučke odpipetiramo v čašo 50,0 mL dobljene raztopine in po ustaljenem postopku z gravimetrično analizo določamo količino barijevih ionov. Masa praznega žarilnega lončka je 23,0824 g, masa žarilnega lončka z žarino barijevim sulfatom je 23,2488 g. Izračunajte maso, masni delež in množino barijevih ionov v vzorcu.

$$m(\text{Ba}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad w(\text{Ba}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad n(\text{Ba}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 13 V čašo odpipetiramo 50,0 mL raztopine Na_2SO_4 , dodamo HCl(aq) , segrejemo do vrenja in med mešanjem dodamo vročo raztopino $\text{BaCl}_2(\text{aq})$ v presežku. Izloči se oborina. Ko se oborina usede, jo odfiltriramo in speremo. Filtrirni papir s sprano in odcejeno oborino prenesemo v stehtan ohlajen žarilni lonček (njegova masa je 18,2154 g) ter žarimo pol ure pri temperaturi 900 °C. Žarilni lonček ohladimo in stehamo. Masa žarilnega lončka z žarino barijevim sulfatom je 18,3628 g.

- a) Napišite enačbo reakcije. Označite agregatna stanja vseh snovi.

Enačba reakcije: $\underline{\hspace{4cm}}$

- b) Izračunajte maso, masno koncentracijo in množinsko koncentracijo natrijevega sulfata v vzorcu.

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}} \quad \gamma(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}} \quad c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 14 V čašo natehtamo 0,1284 g deloma hidratiranega nečistega natrijevega sulfata, ga raztopimo v vodi in odfiltriramo netopne nečistoče. Sulfatne ione oborimo z barijevim kloridom in jih določimo gravimetrično po ustaljenem postopku. Masa praznega žarilnega lončka je 19,0204 g, masa žarilnega lončka z žarino barijevim sulfatom je 19,1724 g. Izračunajte maso, masni delež in množino natrijevega sulfata v vzorcu.

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}} \quad w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}} \quad n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 15 V 250 mL merilno bučko odpipetiramo 25,0 mL vzorca, ki vsebuje natrijev sulfat, razredčimo z vodo do oznake in iz bučke odpipetiramo v čašo 50,0 mL dobljene raztopine. Sulfatne ione oborimo z barijevim kloridom in jih določimo gravimetrično po ustaljenem postopku. Masa praznega žarilnega lončka je 18,9895 g, masa žarilnega lončka z žarino barijevim sulfatom je 19,1442 g. Izračunajte maso, masno koncentracijo in množinsko koncentracijo natrijevega sulfata v vzorcu.

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}} \quad \gamma(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}} \quad c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 16 V 250 mL merilno bučko odpipetiramo 10,0 mL vzorca, ki vsebuje raztopino žveplove kisline z gostoto 1,04 g/mL, razredčimo z vodo do oznake in iz bučke odpipetiramo v čašo 50,0 mL dobljene raztopine. Sulfatne ione oborimo z barijevim kloridom in jih določimo gravimetrično po ustaljenem postopku. Masa praznega žarilnega lončka je 20,1546 g, masa žarilnega lončka z žarino barijevim sulfatom je 20,4615 g. Izračunajte maso, množinsko koncentracijo in masni delež H_2SO_4 v vzorcu.

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}} \quad c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}} \quad w(\text{H}_2\text{SO}_4) = \underline{\hspace{2cm}}$$

Gravimetrična določitev kalcijevih ionov

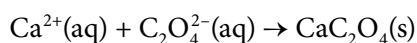
- 17 Vzorec raztopine kalcijevih ionov nakisamo s koncentrirano klorovodikovo kislino, dodamo indikator metiloranž, segrejemo in dodamo presežno količino nasičene raztopine amonijevega oksalata. Izloči se oborina. Dodamo amonijak, da se raztopina obarva rumeno. Ko se oborina usede, jo odfiltriramo in speremo. Filtrirni papir s sprano in odcejeno oborino prenesemo v stehtan ohlajen žarilni lonček (njegova masa je 20,1538 g) ter žarimo pol ure pri temperaturi nad 900 °C. Žarilni lonček ohladimo in stehtamo. Masa žarilnega lončka s trdno snovjo (žarino) je 20,3635 g. Izračunajte maso kalcijevih ionov v vzorcu.

$$m(\text{žar. l.}) = 20,1538 \text{ g} \quad \leftarrow \text{Izpišemo podatek za maso praznega žarilnega lončka.}$$

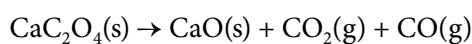
$$m(\text{žar. l.} + \text{žarina}) = 20,3635 \text{ g} \quad \leftarrow \text{Izpišemo podatek za maso žarilnega lončka z žarino.}$$

$$m(\text{žarina} = \text{CaO}) = 0,2097 \text{ g} \quad \leftarrow \text{Iz danih mas izračunamo maso žarine CaO.}$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = ? \quad \leftarrow \text{Izračunali bomo maso kalcijevih ionov v vzorcu.}$$



Pri reakciji med kalcijevimi ioni in oksalatnimi ioni nastane oborina kalcijev oksalat (v literaturi najdemo tudi nekoliko drugačen zapis formule: $\text{Ca}(\text{COO})_2$).



Pri žarjenju se kalcijev oksalat (oborina) pretvori v kalcijev oksid (žarina).

$$\frac{n(\text{CaO})}{n(\text{Ca}^{2+})} = \frac{1}{1}$$

Napišemo množinsko razmerje med kalcijevim oksidom in kalcijevimi ioni.

$$n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{CaO})$$

Križno množimo, da se znebimo ulomkov.

$$\frac{m(\text{Ca}^{2+})}{M(\text{Ca}^{2+})} = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})}$$

Namesto množine Ca^{2+} vstavimo maso in molsko maso Ca^{2+} . Namesto množine CaO vstavimo maso in molsko maso CaO .

$$m(\text{Ca}^{2+}) = \frac{m(\text{CaO}) \cdot M(\text{Ca}^{2+})}{M(\text{CaO})} = \frac{0,2097 \text{ g} \cdot 40,08 \text{ g/mol}}{56,08 \text{ g/mol}} = \underline{\underline{0,1499 \text{ g}}}$$

Izrazimo iskano veličino (maso Ca^{2+}).

Vstavimo podatke, okrajšamo enote in izračunamo. Rezultat zaokrožimo na ustrezno število zanesljivih mest in pripišemo enoto.

Odgovor: V vzorcu je 0,1499 g kalcijevih ionov.

- 18 V čašo odpipetiramo 50,0 mL raztopine, ki vsebuje kalcijeve ione, in po ustaljenem postopku z gravimetrično analizo določimo količino kalcijevih ionov. Masa praznega žarilnega lončka je 20,9468 g, masa žarilnega lončka z žarino kalcijevim oksidom je 21,2540 g. Izračunajte maso, masno koncentracijo in množinsko koncentracijo kalcijevih ionov v vzorcu.

$$m(\text{Ca}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad \gamma(\text{Ca}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad c(\text{Ca}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 19 V čašo zatehtamo 0,5126 g nečiste kalcijeve soli, jo raztopimo v vodi, odfiltriramo netopne nečistoče in po ustaljenem postopku z gravimetrično analizo določimo količino kalcijevih ionov. Masa praznega žarilnega lončka je 19,8335 g, masa žarilnega lončka z žarino kalcijevim oksidom je 20,0521 g. Izračunajte maso, masni delež in množino kalcijevih ionov v vzorcu.

$$m(\text{Ca}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad w(\text{Ca}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \quad n(\text{Ca}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. VOLUMETRIČNA (TITRIMETRIČNA) ANALIZA

4.1 Nevtralizacijska titracija

- a) A:** Erlenmajerica, **B:** Bireta; **b) Titrant;** **c) Kislinsko-bazni (barvni) indikator;** **č) Spremeni se barva indikatorja.**
- a) V** erlenmajerici je kislina. V kisli raztopini je fenolftalein brezbarven; **b) V** bireti je baza. Presežna količina baze obarva indikator; **c) Standardna raztopina;** **č) Ekvivalentna točka.**
- $\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O};$ $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O};$
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O};$ $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}.$
- a) rdeč, rumen;** **b) brezbarven, vijoličen.**
- Enačba: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O};$ $V(\text{KOH}) = 36,0 \text{ mL}.$
- Enačba: $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O};$ $V(\text{HCl}) = 25,9 \text{ mL}.$
- a) 22,9 mL;** **b) 0,0264 mol/L;** **c) 10,4 mL;** **č) 0,0225 mol/L.**
- Enačba: $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O};$ $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,153 \text{ g}.$
- Enačba: $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O};$ $V(\text{NaOH}) = 14,6 \text{ mL};$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0730 \text{ g}.$
- Enačba: $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O};$ $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,160 \text{ g}.$
- Enačba: $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{O};$ $m(\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7) = 0,118 \text{ g}.$
- Enačba: $\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2\text{H}_2\text{O};$ $m(\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6) = 0,174 \text{ g}.$
- $M(\text{RCOOH}) = 102 \text{ g/mol}.$
- a) $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O};$**
b) $n(\text{HNO}_3) = 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol};$ $c(\text{HNO}_3) = 0,0468 \text{ mol/L};$ $\gamma(\text{HNO}_3) = 2,95 \text{ g/L};$
c) $n(\text{HNO}_3) = 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol};$ $c(\text{HNO}_3) = 9,36 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L};$ $\gamma(\text{HNO}_3) = 0,590 \text{ g/L};$ **č) $V(\text{H}_2\text{O}) = 8,4 \text{ mL}.$**
- a) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O};$**
b) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol};$ $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0810 \text{ mol/L};$ $\gamma(\text{H}_2\text{SO}_4) = 7,94 \text{ g/L};$
c) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol};$ $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0202 \text{ mol/L};$ $\gamma(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,99 \text{ g/L};$ **č) $V(\text{H}_2\text{O}) = 3,5 \text{ mL}.$**
- Enačba: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O};$ $w(\text{NaOH}) = 0,120.$
- Enačba: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O};$ $V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20,0 \text{ mL}.$
- Enačba: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O};$ $V(\text{NaOH}) = 33,9 \text{ mL}.$
- a) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O};$**
b) $c(\text{KOH}) = 2,16 \text{ mol/L};$ $\gamma(\text{KOH}) = 121 \text{ g/L};$ $w(\text{KOH}) = 0,110.$
- a) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O};$ **b) $c(\text{NaOH}) = 0,136 \text{ mol/L};$ **c) $c(\text{NaOH}) = 3,39 \text{ mol/L};$**
č) $w(\text{NaOH}) = 0,120;$ $\gamma(\text{NaOH}) = 136 \text{ g/L}.$****
- a) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O};$ **b) $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,581 \text{ mol/L};$ **c) $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,33 \text{ mol/L};$**
č) $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,200;$ $\gamma(\text{H}_2\text{SO}_4) = 228 \text{ g/L}.$****
- a) $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O};$ **b) $c(\text{HNO}_3) = 0,240 \text{ mol/L};$ **c) $c(\text{HNO}_3) = 2,40 \text{ mol/L};$**
č) $w(\text{HNO}_3) = 0,140;$ $\gamma(\text{HNO}_3) = 151 \text{ g/L}.$****
- Enačba: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O};$ $c(\text{HNO}_3) = 0,1121 \text{ mol/L}.$
- Enačba: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O};$ $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1159 \text{ mol/L}.$
- a) Standardizacija klorovodikove kisline;** **b) Natrijev karbonat je primarni standard;**
c) Natrijev karbonat je higroskopen, iz zraka veže vodo; **č) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O};$**
d) Na začetku je rumena, v ekvivalentni točki je čebulno-rdeča; **e) $c(\text{HCl}) = 0,1222 \text{ mol/L}.$**
- a) $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,095 \text{ g};$ **b) $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,13 \text{ g};$ **c) $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,16 \text{ g}.$******
- a) $c(\text{HCl}) = 0,1010 \text{ mol/L};$ **b) $c(\text{HCl}) = 0,505 \text{ mol/L}.$****
- Enačba: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O};$ $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,9196.$
- Enačba: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O};$ $c(\text{HCl}) = 0,129 \text{ mol/L}.$
- a) 0,836; 4,38 g/L;** **b) 0,832; 0,132 mol/L;** **c) 0,105 mol/L; 3,83 g/L;** **č) 18,0 mL; 4,56 g/L;**
d) 22,5 mL; 0,142 mol/L; **e) 0,170 g; 5,18 g/L;** **f) 0,219 g; 0,171 mol/L.**
- a) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O};$ **b) $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,0466 \text{ mol/L};$ **c) $c(\text{HNO}_3) = 0,188 \text{ mol/L}.$******